Agriculture Canada

Research Branch | Direction générale de la recherche

Progress in Research 1984

État de la recherche en 1984

Canada

85-6415/1

Progress in Research 1984

État de la recherche en 1984

PUBLICATION 1630, available from Communications Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Ont. K1A 0C7

© Minister of Supply and Services Canada 1985

Cat. No. A15-1630/1984
ISBN: 0-662-53968-0
5.5M-9:85

PUBLICATION 1630, on peut obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa (Ont.), K1A 0C7

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985

Nº de cat. A15-1630/1984
ISBN : 0-662-53968-0
5.5M-9:85

Cover: The dots on the map represent Agriculture Canada research establishments.

Sur la couverture, les points sur la carte indiquent les établissements de recherche d'Agriculture Canada.

Contents

Foreword 4

Introduction 6

Resource and support research 8
Land 8
Water and climate 14
Energy and engineering 14
Biological resources 16
Biotechnology 18
Protection 20
Scientific support services 28

Animal productivity research 30
Beef 30
Dairy 32
Swine 34
Poultry 34
Other animals 36

Crop productivity research 38
Cereals 38
Oilseeds 44
Forages 44
Field crops 48
Vegetables 50
Tree fruits and berries 52
Ornamentals 54

Food research 56
Crop processing and products 56
Livestock processing and products 58
Food safety and nutrition 58

Miscellaneous activities 60
Regional development activities 60
International activities 60
Contract research and technology transfer 62
Operating and extramural grants 62
Publications and technology transfer 62
Construction 64
Research planning 64

Appendixes
I Organization of the Research Branch 66
II Map of research establishments 68
III Activities of research establishments 70
IV Program structure of the Research Branch 72

Table des matières

Avant-propos 5

Introduction 7

Recherche sur les ressources et recherche de soutien 9
Terres 9
Eau et climat 13
Énergie et recherches techniques 15
Ressources biologiques 17
Biotechnologie 17
Protection des cultures 21
Services de soutien scientifique 27

Recherche sur la production animale 31
Bovins de boucherie 31
Bovins laitiers 33
Porcs 33
Volaille 35
Autres animaux 37

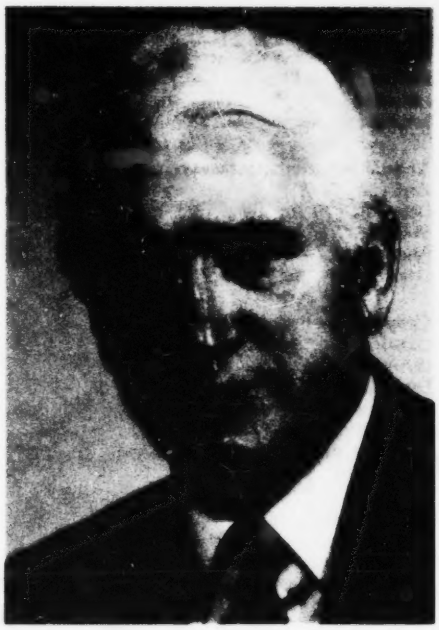
Recherche sur les productions végétales 39
Céréales 41
Oléagineux 45
Fourrages 45
Grandes cultures 47
Légumes 49
Arbres fruitiers et baies 51
Plantes ornementales 55

Recherches alimentaires 57
Transformation alimentaire et aliments 57
Transformation du bétail et produits alimentaires 59
Salubrité des aliments et nutrition 59

Autres activités 61
Développement régional 61
Activités internationales 61
Recherches à contrat et transfert de technologie 63
Subventions externes et de fonctionnement 63
Publications et transfert de technologie 63
Construction 65
Planification de la recherche 65

Annexes
I Organisation de la Direction générale de la recherche 67
II Carte des établissements de recherches 69
III Activités des établissements de recherches 71
IV Structure du programme de la Direction générale de la recherche 73

FOREWORD



Progress in Research is an annual review of the activities and accomplishments of the Research Branch of Agriculture Canada. It includes information on current research programs and on highlights of research results.

Throughout the years, research has contributed substantially to the success of agricultural development and food production in Canada. Over the past 15 years, agricultural productivity has increased by 25%. Agricultural exports for 1984 generated $10.9 billion, which represents about 10% of total exports of merchandize. The net surplus value of agricultural produce was $4.5 billion, which represents 33% of Canada's total trade surplus, indicating the importance of agricultural exports to a healthy trade balance. Research is essential for maintaining and increasing the production of high-quality, low-cost agricultural and food products needed to satisfy domestic and export requirements.

The ever increasing public interest in the soil resource and in food production, safety, and nutrition emphasizes the need for well-planned, coordinated, multidisciplinary research. During 1984, significant progress was made in developing technology to meet the needs of the agri-food industry and the public in general. Highlights of some of these research accomplishments are presented in this publication.

I wish to express appreciation to all staff of the Research Branch for their dedication in providing the information and technology that supports the agri-food industry, with resulting benefits for all Canadians.

E. J. LeRoux
Assistant Deputy Minister, Research

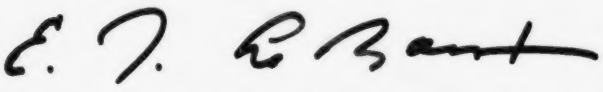
AVANT-PROPOS

L'État de la recherche est une mise au point annuelle des activités poursuivies par la Direction générale de la recherche d'Agriculture Canada. On y trouve un aperçu des programmes en cours et des principales réalisations.

Au fil des années, la recherche a été en grande partie responsable de l'essor de l'agriculture et de la production alimentaire nationale. Au cours des 15 dernières années, la productivité agricole a augmenté de 25 %. En 1984, les exportations de produits agricoles ont rapporté au Canada, 10,9 milliards de dollars, soit environ 10 % des exportations totales du pays. La valeur excédentaire nette des produits agricoles a atteint 4,5 milliards de dollars, soit 33 % de l'excédent commercial canadien total, ce qui montre bien l'importance des exportations des produits agricoles dans le maintien d'une balance commerciale favorable. La recherche est essentielle pour augmenter la production agro-alimentaire de grande qualité, mais de prix abordable, aptes à répondre aux besoins des marchés national et d'exportation.

Devant l'intérêt sans cesse croissant du public pour les ressources en terres et la production vivrière, la qualité des aliments et la nutrition, la nécessité d'une recherche bien planifiée, coordonnée et pluridisciplinaire se fait encore plus sentir. En 1984, des progrès importants ont été accomplis dans la mise au point de la technologie destinée à répondre aux besoins de l'industrie agro-alimentaire et du public en général. Nous donnons ici un aperçu de certaines des réalisations accomplies dans le domaine de la recherche.

Je remercie sincèrement tout le personnel de la Direction générale pour son dévouement sans lequel il n'aurait pas été possible d'obtenir les résultats expérimentaux et techniques dont les Canadiens ont si grandement besoin.



Le sous-ministre adjoint à la recherche,
E.J. LeRoux

INTRODUCTION

For nearly a century, research has been carried out in Canada in support of commercial agriculture. In 1886, the Central Experimental Farm in Ottawa and four other farms across the country were established as centers for agricultural research. Since the establishment of the first experimental farms, the size and complexity of research programs have grown. Today the Research Branch of Agriculture Canada operates 48 establishments from coast to coast with a budget of $236 million and a staff of about 900 researchers.

The objective of Agriculture Canada is to promote the growth, stability, and competitiveness of the agri-food sector, by making available policies, programs, and services that are most appropriately provided by a federal government, so that the sector makes its maximum real contribution to the national economy. Within this objective, the Research Branch is charged with maintaining and improving the productivity of the agri-food sector through developing and making available new knowledge and technology.

Research programs in the Research Branch are developed in response to the needs of the agri-food industry, as determined through consultation at all levels of the industry, and as such are consistent with the Department's agri-food strategy for Canada. The development of new technology through research is very important for ensuring the success of the agricultural industry in the 1980s and the 1990s. To meet the challenges of the agri-food strategy, special attention in the Research Branch is being given to a number of research programs, including the following:

- **Soil and water research**

  The Research Branch continues to stress the importance of maintaining and developing soil and water resources throughout Canada. Research efforts are being directed to the prevention and reversal of soil degradation and to the greater and more efficient use of land and water resources while maintaining quality.

- **Toxic chemicals**

  Society's concern about the environmental impact of agricultural production systems and the safety of feed and food for animals and humans is the basis of this issue. It is recognized that pesticides are an essential component of efficient crop and animal production, but at the same time, Canadians must be assured that both the environment and food products are safe. Research is directed toward the development of alternatives to pesticides, such as biological control agents, for use in integrated pest management systems; the development of improved farm practices that reduce pesticide use and pollution in general; and the establishment of programs for reducing the hazards relating to naturally occurring toxins in human food and animal feeds.

- **Biotechnology**

  The Research Branch recognizes the enormous potential of biotechnology for the agri-food industry and sees it as a major component of industrial development over the next two decades. Biotechnology is an important tool for the Branch in processing, distribution, and retailing and in research, market development, and resource base sustainability because, as a complement to conventional technology, biotechnology represents a potentially powerful tool in the improvement of crops, livestock, and food. The Branch is strengthening its research by using this technology in plant and animal production, nitrogen fixation, plant and animal protection, and food processing.

- **Crop and animal production**

  To increase productivity in the agri-food sector, attention is being given to the development of new crop varieties, which are needed for adverse climates, marginal lands, and northern areas. Varieties with superior characteristics are being developed to provide improved insect and disease resistance, winterhardiness, and high yield. Varieties suitable for the export market and for import replacement, and that have improved processing and storage qualities are also being developed.

  Research on animal production is focusing on reducing the costs of producing milk and meat. More efficient production systems for forage handling and pasture management, and the use of locally produced feeds are reducing costs in the livestock industry.

- **Processing, distribution, and retailing**

  The processing and storage components of the agri-food sector are important to the growth and employment objectives of the government. Increased attention is being given to research in these areas to provide technology for the many small firms in the industry. By increasing its capability for adding value to primary agricultural products through research, the processing, distribution, and retailing sector will help to reduce imports and increase exports.

The cranberry cultivar Crawley is producing excellent yields of large berries in tests under Canada's short growing season.

Le cultivar de canneberge Crawley a produit d'excellents rendements et de gros fruits, au cours des essais effectués durant la courte saison de croissance au Canada.

INTRODUCTION

Depuis près d'un siècle, la recherche sert de pilier à l'agriculture commerciale au Canada. En 1886, la ferme expérimentale centrale à Ottawa et quatre autres fermes ont été créées dans le pays à titre de centres de recherches agricoles. Depuis l'établissement des premières fermes expérimentales, la taille et la complexité des programmes de recherches se sont accrues. Aujourd'hui, la Direction générale de la recherche d'Agriculture Canada exploite 48 établissements disséminés d'un océan à l'autre et dispose d'un budget de 236 millions de dollars, ainsi que d'un personnel d'environ 900 chercheurs.

L'objectif d'Agriculture Canada est de promouvoir la croissance, la stabilité et la compétitivité du secteur agro-alimentaire au moyen de politiques, de programmes et de services fournis par le gouvernement fédéral, de façon à assurer une contribution optimale de ce secteur à l'économie nationale. Dans le cadre de cet objectif, la Direction générale de la recherche doit améliorer la productivité du secteur agro-alimentaire en mettant au point de nouvelles technologies et en diffusant les résultats de ses recherches.

Les programmes de recherches de la Direction générale sont établis en fonction des besoins de l'industrie agro-alimentaire tels que déterminés par des consultations à tous les niveaux de l'industrie et, comme tels, sont conformes à la stratégie agro-alimentaire du Ministère pour le Canada. Le développement de nouvelles technologies grâce à la recherche est très important pour assurer le succès de l'industrie agricole dans les années 1980 et 1990. Pour relever les défis qu'implique la stratégie agro-alimentaire, la Direction générale accorde une attention spéciale aux domaines suivants:

- **Recherche sur les ressources en terres et en eau**

  La Direction générale de la recherche continue à insister sur l'importance de la conservation des ressources en eau et en terres du Canada. La recherche tente de trouver les moyens d'empêcher la dégradation des terres, d'enrichir celles qui s'appauvrissent et d'utiliser avec plus d'efficacité cette ressource, tout en maintenant la qualité de ses produits.

The Saskatoon berry is used to make high-quality preserves and juice.

L'amélanche est utilisée pour la préparation de conserves et de jus de haute qualité.

- **Produits chimiques toxiques**

  Les préoccupations de la société au sujet de l'impact environnemental des systèmes de production agricole et de la qualité de l'alimentation des animaux et des humains sont à la base des programmes de ce secteur. On reconnaît que l'utilisation des pesticides est une composante essentielle de tout système de culture et d'élevage efficace, mais en même temps, les Canadiens veulent être assurés que l'environnement est protégé et les produits alimentaires sont sains. La recherche vise donc à remplacer le plus possible les pesticides par des substituts, tels que les agents de lutte biologique, dans les systèmes de lutte intégrée contre les insectes nuisibles, l'amélioration des techniques de culture en vue de réduire le recours aux pesticides et la pollution en général, et la création de programmes visant à réduire les dangers associés aux toxines présentes naturellement dans la nourriture destinée aux humains et aux animaux.

- **Biotechnologie**

  La Direction générale de la recherche reconnaît l'énorme potentiel qu'offre la biotechnologie pour l'industrie agro-alimentaire et en fait une des composantes principales du développement industriel au cours des deux prochaines décennies. La biotechnologie est un outil important pour les secteurs de la transformation, de la distribution et de la vente au détail, de même que pour la recherche, le développement des marchés et le maintien de notre capital ressources. En effet, à titre de complément de la technologie classique, elle pourrait s'avérer un instrument des plus précieux pour l'amélioration des cultures, du bétail et des produits alimentaires. Grâce à la biotechnologie, la Direction générale approfondit ses recherches sur la production végétale et animale, la fixation de l'azote, la protection des plantes et des animaux et la transformation des aliments.

- **Production végétale et animale**

  Pour augmenter la productivité du secteur agro-alimentaire, l'accent est mis sur la création des nouvelles variétés de cultures nécessaires aux climats rigoureux, aux terres marginales et aux régions nordiques. Les variétés mises au point, qui présentent des caractéristiques supérieures, améliorent la résistance des cultures aux insectes et aux maladies, résistent bien au climat hivernal et donnent un rendement élevé. Des variétés qui se prêtent à l'exportation et au remplacement des importations, et qui facilitent la transformation et le stockage font également l'objet de recherches.

  La recherche sur la production animale met l'accent sur la réduction des coûts de production du lait et de la viande. L'adoption de systèmes de production plus efficaces pour la manutention du fourrage, la conduite du pâturage et l'utilisation des aliments produits localement réduisent les coûts de l'industrie de l'élevage.

- **Transformation, distribution et vente au détail**

  La transformation et l'entreposage sont des éléments du secteur agro-alimentaire qui revêtent une grande importance pour atteindre les objectifs de croissance et d'emploi du gouvernement. On porte de plus en plus d'attention à la recherche dans ces secteurs afin de développer la technologie nécessaire aux nombreuses petites entreprises de ce secteur. En accroissant la valeur des

The Branch research program, however, is broader than the areas being given special emphasis and is organized into four planning sub-elements and 22 sub-sub-elements. This organization is the basis for the highlights of research accomplishments during 1984 presented in the sections that follow.

RESOURCE AND SUPPORT RESEARCH

The future of the agriculture and food system in Canada ultimately rests on the common base of the natural resources that sustain crops and livestock. Resource and support research encompasses not only the land, water, and biological resources, but also many aspects of their modification and protection for agricultural purposes. Research in energy, engineering, biotechnology, and crop and animal protection, as well as various supporting functions, are therefore included.

The broad objective of resource and support research is to produce scientific and technical information that will assist the agri-food sector in managing and conserving the natural resources necessary for agricultural production while increasing its efficient use. A significant component is to assist other researchers in developing applied technology.

Within this broad objective, land research plays a key role in delineating and evaluating the range of soils that occur. Requirements for their efficient management are determined. The water resource is investigated to ensure efficient use without harming water quality. Agricultural aspects of water resources that are causing increasing concern include the limited supply available in the Prairie Provinces, the cost and environmental impact of land drainage in eastern Canada, and the possible pollution of bodies of water from agricultural activities. Other problems concern the adverse effects of weather extremes and climatic change, and their attendant risks to farmers.

Research on efficient energy use and agricultural engineering can make a major contribution to the reduction of costs, not only on the farm but also in processing, distribution, and retailing enterprises. Improved conservation of energy from field to food basket and the examination of alternative, renewable energy sources reduce Canadian vulnerability to fluctuations in the supply of fossil fuels.

The Research Branch conducts research on plants, insects, fungi, bacteria, and other biological resources to increase our understanding of the diversity of life forms, to preserve this genetic diversity for the future, and to respond rapidly to emergency situations such as pest outbreaks. Comprehensive national collections, corresponding taxonomic and identification functions, and a gene bank are significant parts of this program.

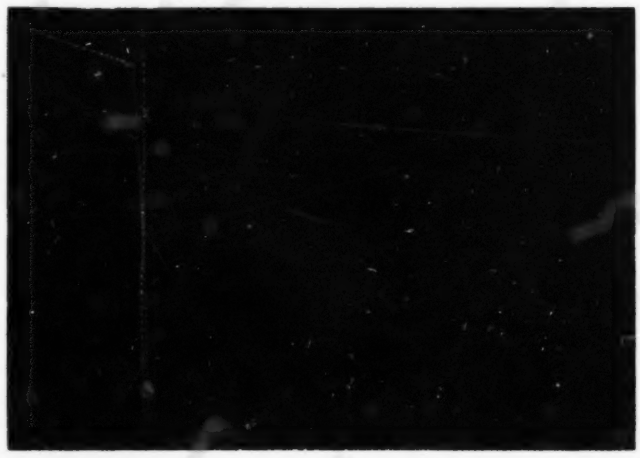
Biotechnology is an area of basic research that holds the promise of major breakthroughs of practical significance. Armed with a better knowledge of biological processes at the cellular level, researchers in biotechnology seek to modify them to increase food production. Some areas of interest are the fixation of atmospheric nitrogen, genetic engineering, membrane research, tissue culture, and food processing.

In the area of protection research, the objectives are not only to protect animals and crops from diseases, insects, and weeds, but also to ensure protection of the environment. Biologically safe and natural pest control, with less reliance on chemicals, has become a public issue to which researchers are responding.

Natural resources and supporting research have been assigned a high degree of priority in recent years. Efforts are being made in arresting land degradation, conserving water and energy resources, preserving genetic diversity, preventing the contamination of food and water by toxic chemicals, and in genetic engineering.

Land

The total land area of Canada is nearly 1 billion hectares, but only 5% of this, about 46 million hectares, is improved farmland. An additional 15 million hectares could be used for agricultural production, but most of this land is located in areas of marginally suitable terrain and climate and is much less productive than the land now farmed. Less than 4 million hectares of this reserve land



Modern hoe drills can provide effective seed placement without tillage in cereal stubble.

Les semoirs à houes modernes permettent la mise en place efficace des semences, lors des semis directs sur chaumes de céréales.

produits agricoles primaires grâce à la recherche, le secteur de la transformation, de la distribution et de la vente au détail aidera à réduire les importations et à accroître les exportations.

Le programme de recherches de la Direction générale déborde toutefois ces seuls domaines prioritaires et comprend quatre sous-éléments de planification eux-mêmes divisés en vingt-deux subdivisions. Le compte rendu que nous faisons ici des réalisations de l'année 1984 est organisé selon cette structure.

RECHERCHE SUR LES RESSOURCES ET RECHERCHE DE SOUTIEN

L'avenir du système agro-alimentaire au Canada dépend en dernière instance de la base commune de ressources naturelles dont nous disposons pour la culture et l'élevage. Les recherches sur les ressources et les recherches de soutien portent non seulement sur la terre, l'eau et les ressources biologiques, mais également sur de nombreux aspects de leur modification et de leur protection pour des fins agricoles. Elles englobent donc les recherches sur l'énergie, la technique, la biotechnologie et la protection des cultures et des animaux, de même que les divers services de soutien.

L'objectif global de cette subdivision de la recherche est de mettre à la disposition du secteur agro-alimentaire des informations scientifiques et techniques qui l'aideront à gérer et à conserver les ressources naturelles nécessaires à la production agricole tout en augmentant leur utilisation efficace. Un élément important de ce programme consiste à aider les chercheurs à mettre au point des technologies appliquées.

Dans le cadre de cet objectif global, la recherche sur les terres joue un rôle clé en établissant et en évaluant la gamme de sols que l'on trouve au pays, de même qu'en définissant les conditions d'une gestion efficace. La recherche sur les ressources en eau tente d'assurer leur utilisation efficace sans porter atteinte à leur qualité; dans le domaine agricole, les problèmes les plus actuels sont, entre autres, la rareté des approvisionnements dans les provinces des Prairies, le coût et l'impact environnemental du drainage des terres dans l'est du Canada et la pollution des plans d'eau attribuable aux activités agricoles. D'autres recherches portent sur les effets négatifs des températures extrêmes et des changements climatiques pour les agriculteurs.

Les recherches dans les domaines de l'énergie et du génie agricole pourraient grandement contribuer à la réduction des coûts, non seulement dans les exploitations agricoles, mais également dans le secteur de la transformation, de la distribution et de la vente au détail. Une meilleure conservation de l'énergie, du producteur jusqu'au consommateur, de même que l'essai des nouvelles sources d'énergie renouvelable pourraient réduire la vulnérabilité du marché canadien face aux fluctuations de l'offre de combustibles fossiles.

La Direction générale de la recherche effectue des recherches sur les plantes, les insectes, les champignons, les bactéries et autres ressources biologiques afin d'améliorer notre compréhension de la diversité des formes vivantes, de préserver cette diversité pour l'avenir et de répondre rapidement aux situations d'urgence telles que les proliférations d'insectes nuisibles. La constitution de collections nationales exhaustives, de listes taxonomiques et d'identification et d'une banque de gènes sont des volets importants de ce programme.

La biotechnologie est un secteur très prometteur de la recherche fondamentale du point de vue pratique. Une meilleure connaissance des processus biologiques au niveau cellulaire permet aux chercheurs d'y apporter des modifications afin d'accroître la production vivrière. Parmi les secteurs d'intérêt, mentionnons la fixation de l'azote atmosphérique, la manipulation génétique, la recherche sur les membranes, la culture de tissus et la transformation des aliments.

Les objectifs de la recherche en matière de protection sont non seulement de protéger les animaux et les cultures contre les maladies, les insectes et les mauvaises herbes, mais également de protéger l'environnement. Pour répondre aux préoccupations du public, les chercheurs tentent de mettre au point des mesures de lutte antiparasitaire naturelles et biologiquement inoffensives qui font moins appel aux produits chimiques.

La recherche sur les ressources naturelles et la recherche de soutien sont devenues prioritaires depuis quelques années. Il s'agit en effet de stopper la dégradation des terres, de conserver l'eau et l'énergie, de préserver la diversité génétique, d'empêcher la contamination des aliments et de l'eau par les produits chimiques et d'exploiter le génie génétique.

Terres

Le Canada compte près d'un milliard d'hectares de terre, mais seulement 5 % d'entre eux, soit environ 46 millions d'hectares, sont des terres agricoles amendées. On pourrait mettre en production 15 millions d'hectares supplémentaires, mais une large part de ces terres se situent dans des endroits marginaux tant du point de vue du sol que du climat et sont beaucoup moins productives que les surfaces cultivées actuellement. Moins de 4 millions d'hectares de cette réserve de terres sont vraiment prometteurs du point de vue agricole. L'utilisation de quelques-unes des meilleures terres agricoles à d'autres fins, comme l'urbanisation, le transport et l'industrie, limite encore plus les ressources disponibles pour l'agriculture.

Le programme sur les ressources en terres a pour objet de fournir des données aux décideurs et à ceux qui déterminent l'aménagement du territoire. On doit définir en termes de produc-

hold real promise for agricultural development. The conversion of some of the best farmland to urban, transportation, and industrial uses is limiting the land resource available for agriculture.

The land program was established to provide information to those who make decisions and set policies on land. The implications of change in agricultural use of land, and of loss of farmland to other uses, must be defined in terms of economics and production capability. Information on the soil resource is also needed for estimating production capability for various crops; for estimating resource requirements of the agricultural industry; and for determining the degree of degradation of soils and the environmental impact of this degradation. Environmental protection begins with good land-use planning based on knowledge of the soil resource.

The Canada soil survey is a cooperative federal, provincial and university program operated by institutes of pedology in each province or region. Its staff serves the information needs of users in many fields besides agriculture, including forestry, recreation, wildlife management, urban planning, tax assessment, and nothern development. A uniform system of classification and mapping is important to ensure that the information gathered can be used for many purposes. Most of the settled areas of Canada have been surveyed on a very broad scale, but many need to be resurveyed by more accurate techniques. The demand for detailed surveys of smaller areas, such as irrigation districts and urban fringes, has increased rapidly.

Research is conducted on soil genesis, soil physics, soil engineering, and a variety of topics in support of the inventory, classification, and evaluation program. Research is undertaken across the country on soil management closely related to the special cropping requirements of the regions. Research is also undertaken to provide basic information on soil mineralogy, soil organic matter, and surface chemistry of the soil system.

In many of the land research programs, special emphasis is being placed on practices for the conservation of the soil resource. This is in response to a growing awareness of the seriousness of the erosion, salinization, and degradation of soils, which can offset the productivity gains from other research. Thus, soil conservation research is closely linked to water research.

Accomplishments

A transect method has been developed and evaluated as a means of improving the rate and reliability of soil mapping. This method has been evaluated in the Atlantic Provinces, Quebec, Ontario, and the Prairie Provinces and was found to be effective. The transect method is designed to eliminate biased soil observations and can be used at various stages during soil surveys, such as legend development (to select unbiased soil observations and to characterize the soil–landscape relationship); routine mapping (to confirm or establish the soil–landscape relationship, which in turn will be used to speed up soil mapping); and map unit description (to describe soil map units quantitatively and accurately). The transect method has resulted in a substantial improvement in the accuracy of soil mapping and has the potential of increasing mapping productivity, largely because of increased confidence in establishing soil–landscape relationships.

A first-level inventory of Canada's peat resources has been completed. In this inventory, the areal extent, volume, and weight of peat are provided for each province and territory as well as for Canada as a whole. The report and the maps will be published by the National Research Council of Canada. Work on the development and assessment of improved peatland inventory technology has been completed. The newly developed inventory methodology has attracted considerable interest both nationally (e.g., Alberta) and internationally (e.g., Brazil). The inventory methodology will be published as part of the reports on the Pacific Coast and St. Lawrence Lowland peatland surveys. The national wetland data bank has also been developed to facilitate the storage and analysis of peatland information. This data bank is very important for the data handling part of the peatland inventory. Maps were completed on the wetland regions of Canada and the wetland distribution of Canada. These two maps will be published as part of the *National Atlas* by Energy, Mines and Resources Canada.

For many years, soils and crops specialists have sought a convenient, reliable technique for measuring soil water in situ in the field or laboratory. Scientists at Agriculture Canada and at Energy, Mines and Resources have worked together to develop and test such a technique. An instrument for reflectometry analysis of moisture in soil (IRAMS) has been built under contract and it is now being marketed. The new measurement technique, called time domain reflectometry (TDR), is based on the fact that the travel time of an electric signal through soil depends primarily on the water content of the soil. Parallel rods separated by 5 centimetres and of variable length are inserted into the soil. An electrical pulse is applied, and the time required for the wave to travel is measured and converted to water content on a volume basis. IRAMS provides a digital readout of water content within seconds of insertion of the probe. The TDR technique has been tested in field and laboratory experiments and shows great promise in studies of crop–water relationships, in monitoring soil water content in irrigated areas, and in soil water research generally.

The balance between water and air in the pore space of soils is generally recognized as a key soil property relative to crop growth and workability of the soil. Although this balance fluctuates through the year, major differences in soil water regime can be recognized by a single examination of soil morphology. The Canada soil survey has developed an improved system of assessing soil water regimes that provides much more information than the familiar soil drainage classes. The new system identifies several aspects of the soil water regime: high and low groundwater levels, capacity of the soil to transmit water, and relative aridity of the soil. Research showed that the capacity of soil to transmit water (hydraulic conductivity) could be estimated satisfactorily from observations of soil morphology.

Studies that compared zero tillage to conventional tillage in fallow and recropping rotations demonstrated that yields with no-till recropping were equal to those with conventional recropping

Reclamation of soil lost by wind erosion is time-consuming and expensive, and can be avoided by the use of sound management practices.

La remise en état des terres endommagées par l'érosion éolienne est un procédé long et coûteux, qui peut toutefois être évité par l'application de bonnes pratiques culturales.

tion virtuelle et en facteurs économiques les conséquences des changements dans les modes d'exploitation et de la perte des terres agricoles allouées à d'autres fins. Des renseignements dans ce domaine sont nécessaires pour estimer la productivité virtuelle des diverses cultures, pour évaluer les besoins en ressources matérielles du secteur agricole et pour connaître le degré de dégradation de nos sols et ses incidences écologiques. La protection de l'environnement commence par un usage bien planifié des terres et repose sur une connaissance approfondie des ressources pédologiques.

Au Canada, la prospection pédologique s'inscrit dans le cadre d'un programme coopératif des gouvernements fédéral et provinciaux et des universités, mis en oeuvre par les instituts de pédologie situés dans chaque province ou région. Le personnel répond aux demandes de renseignements des usagers dans des domaines comme l'agriculture, la foresterie, les loisirs, la conservation de la faune, l'urbanisme, l'évaluation des taxes foncières et la mise en valeur du Nord. Il est important de disposer d'un système uniforme de classification et de cartographie qui soient polyvalents. La plupart des régions habitées du pays ont été soumises à des travaux de prospection à grande échelle, mais beaucoup d'entre elles doivent être prospectées à nouveau selon des techniques plus précises. La demande d'études détaillées sur des territoires plus restreints, comme les périmètres d'irrigation et les zones en périphérie des villes, s'est accrue rapidement.

Dans le cadre du programme d'inventaire, de classification et d'évaluation, des recherches sont effectuées en pédogénèse, en physique des sols, en génie pédologique, ainsi que dans divers autres domaines. D'autres recherches sont menées sur la gestion des sols en fonction des besoins spéciaux de chaque région du pays. Enfin, des recherches sont également faites en vue de recueillir des renseignements de base sur la minéralogie, la teneur des sols en matières organiques et la chimie de surface des terres.

Dans nombre de programmes de recherches sur les terres, on insiste particulièrement sur les méthodes de conservation étant donné qu'on prend de plus en plus conscience de la gravité des problèmes d'érosion, de salinisation et de dégradation des sols, qui peuvent contrecarrer les gains de productivité découlant des autres recherches. La recherche sur la conservation des sols est donc étroitement reliée à la recherche sur les ressources en eau.

Réalisations

Une méthode par transect a été mise au point et évaluée comme moyen d'accélérer la cartographie des sols et d'en améliorer la fiabilité. Évaluée dans les provinces de l'Atlantique, au Québec, en Ontario et dans les Prairies, elle s'est révélée efficace. Cette méthode a été conçue afin d'éliminer les observations subjectives et peut être utilisée à diverses étapes des levés, pour l'établissement de la légende (pour choisir des observations objectives et caractériser le rapport sol—formes de terrain), la cartographie régulière (pour confirmer ou établir le rapport sol—formes, qui à son tour accélérera la cartographie des sols); et la description des unités cartographiques (pour décrire les unités cartographiques quantitativement et exactement). La méthode par transect a permis d'apporter des améliorations considérables à la précision de la cartographie des sols et pourrait accroître la productivité de la cartographie, en grande partie à cause d'une meilleure performance dans l'établissement des rapports sol—formes.

L'inventaire de premier niveau des ressources en tourbe du Canada a été mené à terme. Dans cet inventaire, la superficie, le volume et le poids de tourbe sont fournis pour chaque province et territoire, de même que pour le Canada dans son ensemble. Le rapport et les cartes qui y sont annexés seront publiés par le Conseil national de recherche du Canada. Les travaux sur le développement et l'évaluation d'une méthode améliorée d'inventaire des tourbières ont également été terminés. La nouvelle méthodologie a soulevé beaucoup d'intérêt tant au niveau national (Alberta) qu'au niveau international (au Brésil). Cette méthode sera publiée dans la série de rapports sur les inventaires des tourbières de la côte du Pacifique et des basses-terres du Saint-Laurent. La banque nationale de données sur les terres humides a également été perfectionnée afin de faciliter l'emmagasinement et l'analyse des données sur les tourbières. Cette banque de données est très importante pour le volet traitement des données de l'inventaire des tourbières. Des cartes ont été établies sur les régions de terres humides du Canada de même que sur la distribution de ces terres au pays. Ces deux cartes seront publiées dans l'*Atlas national* d'Énergie, Mines et Ressources Canada.

Depuis de nombreuses années, les spécialistes en pédologie et en agriculture cherchent une méthode pratique et fiable pour mesurer la teneur en eau du sol sur le terrain ou en laboratoire. Les chercheurs d'Agriculture Canada et d'Énergie, Mines et Ressources ont travaillé de concert pour mettre au point une telle méthode. Un instrument d'analyse réflectométrique de l'humidité des sols (IRAMS) a été mis au point par un sous-traitant et en est à la phase de la commercialisation. La nouvelle méthode de mesure, appelée réflectométrie dans le temps (TDR), est basée sur le fait que le temps de déplacement d'un signal électrique dans le sol dépend principalement de la teneur en eau de ce sol. Des tiges parallèles de longueur variable séparées de 5 cm sont insérées dans le sol; une impulsion électrique est appliquée aux tiges et le temps de transmission est calculé; les données sont ensuite converties en teneur en eau en fonction du volume. Cette méthode permet d'obtenir une sortie numérique de la teneur en eau quelques secondes après l'insertion de la sonde. La méthode T.D.R. a été testée sur le terrain et en laboratoire et se révèle très prometteuse pour les études sur les relations cultures—eau, pour le contrôle de la teneur en eau des sols dans les régions irriguées, ainsi que pour la recherche sur les ressources en eau du sol en général.

L'équilibre entre l'eau et l'air dans les espaces lacunaires du sol est généralement reconnu comme une des caractéristiques principales de la croissance des cultures et de la maniabilité du sol. Bien que cet équilibre varie pendant l'année, les grandes variations du régime hydrique du sol peuvent être relevées par un seul examen de la morphologie du sol. Dans le cadre de l'Inventaire des terres du Canada, les chercheurs ont mis au point un système amélioré d'évaluation des régimes hydriques des sols qui permet d'obtenir beaucoup plus d'information que n'en donnent les classes de drainage des sols que l'on connaît déjà. Ce nouveau système évalue plusieurs aspects du régime hydrique : les niveaux maximal et minimal des eaux souterraines, la capacité du sol à transporter l'eau et l'aridité relative du sol. La recherche a montré que la capacité du sol à transporter l'eau (la conductivité hydraulique) pouvait être évaluée de façon satisfaisante à partir d'observations de sa morphologie.

Des études qui comparaient l'utilisation de la méthode de semis direct à la méthode classique de labour en rotation jachère—culture a démontré que l'on obtenait, avec la première, des rendements égaux à ceux obtenus avec la méthode classique et que ces rendements représentaient 82 % du rendement obtenu avec les jachères d'été classiques. Les cultures suivant une jachère chimique nécessitaient souvent un apport additionnel de fertilisants azotés afin d'obtenir un rendement maximal. Compte tenu des coûts élevés des applications répétées d'herbicides également nécessaires, cela rendait cette méthode onéreuse à court terme. Les résultats de cette recherche indiquent que, à long terme, les semis directs retardent ou empêchent la dégradation du sol associée aux systèmes traditionnels de jachère d'été. Dans de nombreux cas, la méthode de semis direct permet également de réduire les risques associés à la rotation

and constituted 82% of the yields with conventional summerfallow systems. Crops following chemical fallow often required additional nitrogen fertilizer to achieve maximum yields which, together with the high cost of repeated applications of herbicides, prevented this practice from being economical, on a short-term basis. The results of this research indicate that in the long term, zero tillage retards or prevents soil degradation associated with traditional summerfallow systems. Under many situations, zero tillage also reduces the risks associated with recropping. The development of seeding equipment that can provide effective seed and fertilizer placement will increase the adoption rate of no-till systems. This research was partly funded through the farming for the future program of the Government of Alberta.

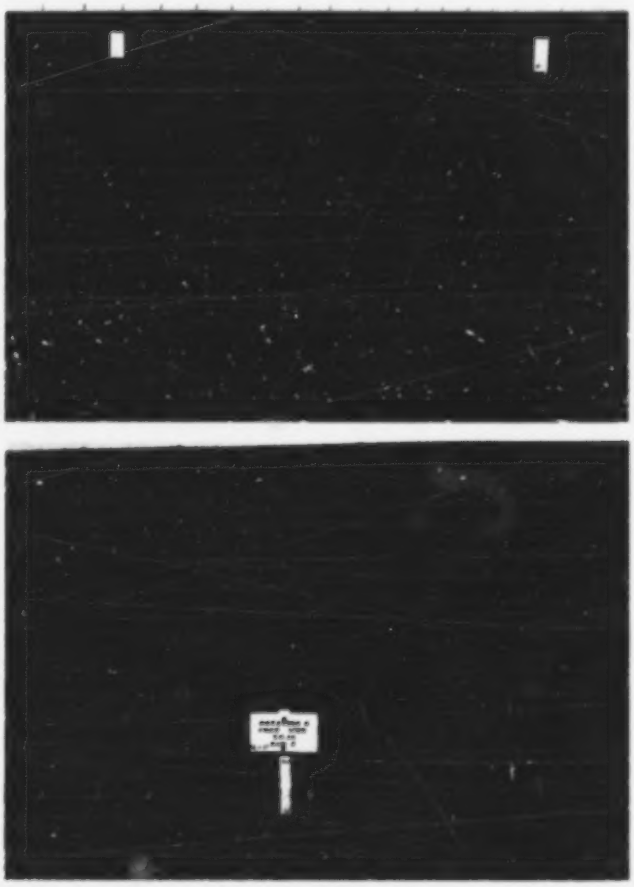
Land degradation caused by frequent summerfallowing can be arrested and the decline in amount and quality of organic matter reversed by use of available agronomic technology. This important conclusion was drawn from an assessment of the effects of rotation length and fertilization on the quality of a Brown loam soil in Saskatchewan over a 16-year period. The amount of trash conserved was found to decrease, whereas soil erodibility increased with more frequent summerfallowing, thus confirming that this practice is the main culprit in the increasingly serious degradation of prairie soils. However, soil organic carbon and nitrogen increased significantly in properly fertilized continuous wheat but not in fallow–wheat rotations. Soils under extended cropping and proper fertilization also had more microorganisms, higher biological activity, and a greater potential to convert organic matter to plant-available nutrients. These findings prove that it is possible to reverse the degradation of Brown soils and stabilize grain production by combining extended cropping with fertilization at rates normally recommended and by the use of a stubble mulch tillage technique.

Long-term research has helped to quantify the value of topsoil and the difficulty of replacing soil lost by erosion. After 22 years and 14 crops, the productivity of land from which soil was removed to various depths has been improved but not fully restored by the application of nitrogen and phosphorus fertilizers. The loss of organic matter and soil structure associated with topsoil loss had long-term effects on soil productivity. The introduction of yellow sweetclover improved soil aggregation, probably because of the increased organic matter content of the soil, whereas seven cycles of wheat–fallow had a significant negative effect. Green-manure crops did little, however, to restore the productivity of eroded soil. These results show that it is more practical to use management practices that prevent soil erosion than to adopt the practices required to cure the effects after erosion has occurred.

Organic matter is required for the development of a stable structure in soils, and organic matter content is a subject of concern to researchers in Quebec. Samples taken throughout the province from 170 fields in crop or grassland showed that in colder regions (Abitibi, Lac Saint-Jean), the organic matter content reached 6%, whereas in the Saint-Hyacinthe region it was approximately 3.5%. The organic matter content also varied depending on soil texture, regardless of the region: 6.6% in clays and 4.6% in sands. Samples taken in monoculture corn fields showed that the organic matter content was as low as 1%, thus causing problems of structural instability and erosion. In the interests of soil conservation, the level of organic matter must be increased, particularly in situations where past and present farming practices have caused significant reductions in organic matter content.

A 3-year study indicates potential for using phosphate-solubilizing organisms to increase the efficiency of soil fertilization practices. In the study, 18 rock phosphates from 11 countries were used to test the ability of five fungal isolates previously selected from an original group of 124 for their phosphate-solubilizing ability. An average of 1.7–34% of the total phosphorus content of the rock phosphates was released during 14 days under laboratory conditions. The best isolate released an average of 40% of the phosphorus, and as much as 85% was released from several rock-phosphate samples. These results indicate the possibility of using phosphate-solubilizing organisms for biological assay of phosphorus availability in rock phosphate and they have wider implications for the eventual utilization of the organisms for more efficient soil fertilization practices.

About 140–200 thousand tonnes of fish scrap are disposed of in Canada yearly as waste. Use of fish scrap as fertilizer is limited because of the offensive odor of rotting fish. By enveloping the fish scrap in peat, four types of compost were successfully prepared using crab scrap and seaweed as additives. The acidic peat absorbed the ammonia produced by the decomposing fish scrap. The fibrous nature of the peat, and the special design of the manually prepared above-ground compost heaps (naturally ventilated through reusable pipes), promoted rapid aerobic thermophilic microbial activity, so



Snow trap and zero-tillage technique (*above*) compared with conventional tillage and no snow trap (*below*) in July 1984. The combination of snow trap and zero tillage conserves water and improves the probability of obtaining good yields in dry years.

Comparaison entre les techniques de culture sans labour avec conservation de le neige (en haut) et les méthodes de culture traditionnelles, sans conservation de la neige (en bas), en juillet 1984. Le fait de combiner les techniques de conservation de la neige à la culture sans travail du sol permet de conserver les réserves d'eau et d'accroître les chances d'obtenir de bons rendements durant les années de sécheresse.

des cultures. La mise au point d'un équipement de semaille qui assure un épandage efficace des graines et des fertilisants jouera certainement en faveur de l'adoption du système de semis direct. Cette recherche a été en partie subventionnée par le programme «Farming for the future» du gouvernement de l'Alberta.

La dégradation des sols causée par les fréquentes jachères d'été peut être stoppée, de même que les pertes quantitatives et qualitatives de matières organiques, par l'utilisation des méthodes agronomiques existantes. Cette conclusion importante découle d'une évaluation des effets de la durée des rotations et de la fertilisation sur la qualité des sols loameux bruns en Saskatchewan sur une période de 16 ans. La quantité de déchets conservés a décru, tandis que l'érosivité du sol a augmenté avec la fréquence des jachères d'été, ce qui confirme que cette pratique est la cause principale de la dégradation de plus en plus prononcée des sols de prairies. Toutefois, les teneurs en carbone organique et en azote du sol ont augmenté considérablement dans les champs convenablement fertilisés soumis à une culture du blé en continu, mais non dans les sols cultivés en rotation (blé—jachère). Les sols convenablement fertilisés et soumis à une culture prolongée affichaient également des teneurs plus élevées en micro-organismes, une activité biologique plus poussée et un meilleur potentiel de conversion des matières organiques en éléments nutritifs disponibles pour les plantes. Ces observations prouvent qu'il est possible de renverser le processus de dégradation des sols bruns et de stabiliser la production des grains en combinant la culture prolongée à une fertilisation aux taux normalement recommandés, ainsi qu'en utilisant une méthode de culture avec paillis de chaume.

La recherche à long terme a aidé à quantifier la valeur de la couche arable et la difficulté de remplacer la terre perdue par érosion. Après 22 années et 14 récoltes, la productivité d'une terre dont le sol a été enlevé jusqu'à diverses profondeurs a été améliorée, sans être complètement restaurée, par l'application de fertilisants azotés et phosphorés. La perte de matières organiques et la structure de sol associée à la perte de la couche arable a eu des effets à long terme sur la productivité du sol. La culture du mélitot jaune a amélioré l'agrégation du sol, probablement à cause de l'augmentation de la teneur en matières organiques de celui-ci, tandis que sept cycles de culture en rotation (blé—jachère) ont eu un effet perturbateur considérable. Les cultures d'engrais vert n'ont toutefois donné que de piètres résultats pour ce qui est de la reconstitution de la productivité des sols érodés. Ces résultats montrent qu'il est plus pratique de faire appel à des méthodes de gestion qui préviennent l'érosion que d'adopter des méthodes destinées à en corriger les effets néfastes.

La présence de matières organiques est nécessaire au développement d'une structure stable dans les sols; la teneur en matières organiques est un sujet de préoccupation pour les chercheurs au Québec. Des échantillons prélevés dans 170 champs cultivés ou prairies de la province ont révélé que dans les régions froides (Abitibi, Lac Saint-Jean), la teneur en matières organiques atteignait 6 %, tandis que dans la région de Saint-Hyacinthe, elle était d'environ 3,5 %. La teneur en matières organiques variait également en fonction de la texture du sol, quelle que soit la région : 6,6 % dans les sols argileux et 4,6 % dans les sols sableux. Des échantillons prélevés dans des champs de maïs en monoculture ont montré que la teneur en matières organiques était aussi faible que 1 %, ce qui entraînait des problèmes d'instabilité structurale et d'érosion. Pour conserver le sol, la teneur en matières organiques doit donc être augmentée, particulièrement là où les méthodes de culture passées et présentes l'ont considérablement réduite.

Selon une étude menée pendant 3 ans, il semble que l'utilisation d'organismes solubilisant les phosphates pourrait augmenter l'efficacité des méthodes de fertilisation. Dans cette étude, 18 phosphorites provenant de 11 pays différents ont été utilisés pour évaluer la capacité à solubiliser le phosphate de 5 isolats fongiques précédemment sélectionnés dans un groupe original de 124 isolats reconnus pour leur capacité de solubiliser les phosphates. Une moyenne de 1,7 à 34 % de la teneur en phosphore total des phosphorites a été libérée en 14 jours en laboratoire. Le meilleur isolat a libéré en moyenne 40 % du phosphore; il en a libéré jusqu'à 85 % dans plusieurs échantillons de phosphorite. Il semble donc que l'on pourrait utiliser des organismes solubilisant le phosphate pour les essais biologiques sur la disponibilité du phosphore dans la phosphorite et même, à plus vaste échelle, pour améliorer l'efficacité des méthodes de fertilisation.

Chaque année au Canada, environ 140 à 200 mille tonnes de déchets de poissons sont éliminées. L'utilisation de ces déchets comme fertilisants est limitée à cause de l'odeur nauséabonde du poisson en décomposition. Quatre types de compost ont été préparés à l'aide de déchets de crabes et d'algues mélangés à de la tourbe. La tourbe acide absorbait l'ammoniac produit par les déchets de poisson en décomposition. La nature fibreuse de la tourbe et la configuration spéciale des tas de compost préparés manuellement à ciel ouvert (ventilés naturellement à l'aide de conduits réutilisables) ont favorisé une activité microbienne thermophile aérobie rapide qui éliminait tout problème d'odeur. Les propriétés de rétention d'eau et de chaleur de la tourbe ont rendu inutile l'ouverture, l'arrosage et le retournement des tas de compost. Ces composts granuleux, riches en éléments nutritifs, d'une couleur brun foncé et ayant un pH presque neutre conviennent donc très bien à des utilisations agricoles et horticoles.

Eau et climat

Parmi les facteurs climatiques qui jouent un rôle important en agriculture, mentionnons les précipitations, la température (y compris le gel), le vent, la photopériode, la nébulosité et l'humidité atmosphérique. Ces facteurs ont souvent été utilisés pour déterminer les diverses régions agricoles du Canada. Plusieurs d'entre eux exercent une influence profonde sur la gestion des ressources en eau en agriculture.

Les ressources en eau du pays sont utilisées en agriculture surtout pour la culture et l'élevage. Une partie de cette eau, minime mais quand même importante, est utilisée pour l'irrigation en vue d'améliorer les possibilités de cultures. Environ 700 000 hectares de terres situées surtout au sud des grandes plaines et à l'intérieur de la Colombie-Britannique sont actuellement irriguées. Quatre cent mille autres hectares pourraient être irrigués sans nécessiter de grandes dérivations, mais l'expansion de l'irrigation est limitée par les coûts élevés de l'alimentation en eau. Dans les régions humides, la gestion des eaux excédentaires superficielles ou situées à proximité de la surface est la clé du développement agricole. Entre ces extrêmes de l'irrigation et du drainage, la conservation efficace des ressources en eau en aridoculture continue à être un des grands défis de la production de grains au Canada.

Parmi les facteurs qui pourraient contribuer à accroître ou à stabiliser la production agricole canadienne, l'eau est sans doute le plus important. Une mauvaise gestion des ressources en eau est à l'origine de plusieurs problèmes édaphiques importants, notamment la salinisation et l'érosion. Pour résoudre ces problèmes, il faudra effectuer des recherches tant sur les processus de base que sur les méthodes de culture. Les programmes de recherches sur les ressources en eau de la Direction générale portent sur les systèmes d'irrigation, la gestion des eaux pluviales en aridoculture et, à un moindre degré, sur le drainage.

La recherche agrométéorologique cherche à établir des séries de données et d'indices pour les facteurs climatiques et météorolo-

that no bad odors were produced. The water and heat retention properties of the peat obviated the need for opening, watering, and turning the compost heaps. The composts produced are earthy in smell, granular, near neutral in pH, dark brown, and nutrient-rich and thus suitable for agricultural and horticultural use.

Water and climate

The climatic elements of particular interest to agriculture are precipitation, temperature (including incidence of freezing), wind, day length, cloud cover, and atmospheric humidity. These elements have been used to identify distinct agricultural regions of Canada. Several of these elements exert a profound influence on the management of water resources in agriculture.

Agriculture's share of the nation's water resources is required mainly for the production of crops and livestock. A small but significant proportion of the water is used for irrigation in order to enhance cropping opportunities. Approximately 700 000 hectares, located mostly in the southern Great Plains and interior British Columbia, are irrigated currently. A further 400 000 hectares could be irrigated without major water diversions, but expansion of irrigation is limited by the high cost of water delivery. In more humid areas, the management of excess water on or close to the surface has been the key to agricultural development. Between these extremes of irrigation and land drainage, the efficient conservation of water for dryland crop production continues to be a major challenge and one that is highly significant for Canadian grain production.

Among the factors that could contribute to the increase or stabilization of agricultural production in Canada, water is probably the most significant. Improper water management has been implicated in several major soil problems, notably salinization and erosion. A solution to these problems requires research in both basic processes and field practices. Water-related research programs in the Branch encompass irrigation systems, the management of precipitation for dryland cropping and, to a lesser degree, land drainage.

Agrometeorological research develops sets of values and indices for climatic and weather factors that can be applied to agricultural production systems in various ways — for land evaluation, crop information, crop harvesting, northern agricultural development, winterhardiness, and control of pests and diseases.

Accomplishments

The climatic features of agricultural regions are being assessed to help producers make the most appropriate management decisions regarding cropping practices and land management. Based on a climatic evaluation, specific cutting guidelines for forages were developed for various climatic zones in the Atlantic region. Guidelines on the optimum seeding period for winter wheat were also developed, based on the effects of differences in climate within the region. These management guidelines were incorporated into the field crop guide for the Atlantic region.

The particularly dry period, from 1 August 1983 to 31 July 1984, in southwestern Saskatchewan was ideal for demonstrating the benefits of snow-trap strips of stubble and zero tillage. Spring wheat grown on annually cropped land that was mechanically tilled yielded only 280 kilograms per hectare compared with the long-term average of 1350 kilograms per hectare. In contrast, wheat grown annually on zero-tilled land yielded 635 kilograms per hectare, showing the benefits of keeping a mulch on the soil surface to reduce moisture loss. Furthermore, when the zero-tillage technique was combined with the snow-trap-strip technique, wheat yields were 870 kilograms per hectare, i.e., 77% of the yield of wheat grown on summerfallow land. The parallel rows of trap strips spaced 7 metres apart and running north–south actually acted as a windbreak and thereby reduced evapotranspiration. The result was that when wheat grown with conventional tillage had already wilted irreversibly, wheat grown on zero tillage, and in particular on zero tillage and trap-strip fields, was still relatively green and remained so for an additional 3–4 weeks. The use of trap strips will not only make stubble cropping more economically feasible but will help to reduce land degradation.

Salinization of soil by seepage from conveyance canals is a common problem in the irrigated soils of the Great Plains. A new method for reclaiming these soils has been successfully developed and tested. A plastic curtain is inserted vertically into the soil by a special attachment on a drainage machine, and the seepage water is intercepted and removed through plastic drainage tubing installed during the same operation. Satisfactory reclamation of a waterlogged saline area has resulted after only 2 years of operation.

The drainage of peat soils in Newfoundland has proven to be more difficult than in other parts of Canada, because of the high precipitation and low evaporation rates, often in combination with low hydraulic conductivity of the peat. Self-closing slit ditches have now been under test for 10 years as an inexpensive means of improving drainage in circumstances where drainage is difficult. Slit ditches were run crosswise to the covered main drains, which in turn opened into catchment drains. The covered drains were of three types: wood-supported (Norwegian); corrugated pipe, fiber-wrapped; and corrugated pipe, sawdust-embedded. Results show that flow increases of 25–50% can be expected with the use of supplementary slit drains during periods of precipitation.

Energy and engineering

Engineering research in the Research Branch is conducted on the development of farm machinery, soil conservation, drainage and irrigation, tillage, farm buildings, and food processing. This work relates to all the animal and crop research of the Branch.

The in-house research effort is supplemented by two contracting-out programs: agricultural engineering research and development (AERD) funded at $800 000 per year, to cover mechanization and buildings research; and energy research and development in agriculture and food (ERDAF) funded at $8 million per year, to cover all energy conservation and production research in the agri-food system.

The objective is to increase the efficiency of production and profitability of Canadian farmers and food processors. Each year engineering research is supplemented by up to 50 AERD contracts with the private sector. Results of the research are machines, designs, advice, and information that are of considerable benefit to farmers and food processors. Engineers also develop equipment and instruments to increase the efficiency and accuracy of experimental work throughout the Branch.

Energy is vital in the agri-food system, which uses a significant portion (11.3%) of Canada's total energy consumption. The agri-food system uses energy for primary production (30%); processing and packaging (21%); transportation and retailing (18%); and storage and preparation (31%). Energy now represents 25% of the costs in primary food production, and new energy technology is a key aspect of maintaining the profitability and competitiveness of Canadian agriculture. A major effort was initiated in 1980 to solve this problem through contracted-out research. About 180 projects are funded each year in the private sector under the program.

Accomplishments

Expanding international markets for lowbush blueberries have made it necessary to produce higher quality frozen blueberry packs with a low content of foreign material, particularly moss. A flotation

giques applicables à la production agricole dans différents domaines : l'évaluation des terres, l'information sur l'état des cultures, les récoltes, le développement de l'agriculture nordique, la résistance à l'hiver et la lutte contre les insectes et les maladies.

Réalisations

Les caractéristiques climatiques de chaque région agricole sont évaluées pour aider les producteurs à prendre les meilleures décisions possibles en matière de méthodes de culture et de gestion des terres. D'après l'évaluation climatique, des directives précises pour la récolte des céréales fourragères ont été établies pour les diverses zones climatiques des régions de l'Atlantique. Des directives sur la période optimale d'ensemencement pour le blé d'hiver ont également été établies à partir des effets des différences de climat dans les régions. Ces directives de gestion ont été incorporées au guide de culture des régions de l'Atlantique.

La période de sécheresse qu'a connue le sud-ouest de la Saskatchewan entre le 1er août 1983 et le 31 juillet 1984 a permis de démontrer les bienfaits de l'aménagement de bandes de paillis de chaume ou de bandes sans labour pour capter la neige dans les champs. Le blé printanier cultivé sur une terre sur laquelle on a fait la récolte annuellement et labourée mécaniquement n'a donné qu'un rendement de 280 kilogrammes par hectare comparativement à la moyenne à long terme de 1 350 kilogrammes par hectare. Par contraste, le blé cultivé annuellement sur des terres non labourées a donné un rendement de 635 kilogrammes à l'hectare, ce qui démontre l'avantage de garder un paillis à la surface du sol pour réduire les pertes d'humidité. Dans les endroits où la méthode de semis direct était combinée à la méthode des bandes trappe-neige, les rendements de la culture du blé ont atteint 870 kilogrammes à l'hectare, soit 77 % du rendement obtenu avec le blé cultivé sur des terres soumises à une jachère d'été. L'aménagement de rangées parallèles de trappe-neige espacées de 7 mètres et orientées nord-sud permet en fait de couper le vent et de réduire l'évapotranspiration. Ainsi, alors que le blé cultivé après un labour classique avait déjà fané de façon irréversible, le blé cultivé en semis direct et, en particulier, dans les champs non labourés et avec trappe-neige était encore relativement vert et l'est demeuré pour encore 3 à 4 semaines. L'utilisation de ces bandes trappe-neige permettra non seulement d'améliorer la rentabilité de la culture avec paillis de chaume, mais aidera également à réduire la dégradation des terres.

La salinisation des sols par suintement des canaux de transport est un problème courant dans les sols irrigués des grandes plaines. Une nouvelle méthode de mise en valeur des terres a été mise au point et essayée. Un rideau de plastique est inséré verticalement dans le sol au moyen d'un accessoire spécial fixé à un excavateur et l'eau de suintement est interceptée et extraite par un tubage de plastique installé au cours de la même opération. La mise en valeur de terres salines rendues incultivables par une teneur excessive en eau a ainsi été possible après seulement 2 ans.

Le drainage des sols tourbeux à Terre-Neuve s'est révélé plus difficile qu'ailleurs au Canada à cause des fortes précipitations et des faibles taux d'évaporation que connaît la région, phénomènes qui se combinent souvent avec la faible conductivité hydraulique de la tourbe. Des canaux en fente à fermeture automatique font l'objet d'essais depuis maintenant 10 ans comme moyen peu coûteux d'améliorer le drainage lorsque celui-ci est difficile. Ces canaux sont installés perpendiculairement aux collecteurs principaux couverts qui se jettent dans les drains d'interception. Trois types de collecteurs ont été utilisés : à support de bois (norvégien); tuyau de tôle ondulée enveloppé de fibres; et tuyau de tôle ondulée enfoui dans la sciure de bois. Les résultats ont montré qu'on pouvait s'attendre à des augmentations de débit de l'ordre de 25 à 50 % en faisant appel à des drains supplémentaires pendant les périodes de pluie.

Énergie et recherches techniques

Les recherches techniques de la Direction générale de la recherche portent sur la machinerie agricole, la conservation du sol, le drainage et l'irrigation, la mise en état des terres, les bâtiments agricoles et la transformation des aliments. Les travaux englobent donc toute la recherche sur la production animale et végétale de la Direction.

Les recherches-maison sont complétées par deux programmes de recherches à contrat : la recherche et développement (RD) en génie agricole, subventionnés à raison de 800 000 $ par année, qui recouvrent la recherche sur la mécanisation et les bâtiments; et la recherche et développement dans le domaine énergétique en agriculture et en alimentation, subventionnés à raison de 8 millions de dollars par année, et qui englobent toute la recherche sur la conservation et la production d'énergie dans le secteur agro-alimentaire.

L'objectif est d'accroître l'efficacité de la production et la rentabilité des exploitations agricoles et des entreprises de transformation canadiennes. Chaque année, jusqu'à 50 contrats en RD en génie agricole sont alloués au secteur privé. Grâce à ces recherches, de nouvelles machines et de nouvelles méthodes sont mises au point, et de précieux renseignements sont mis à la disposition des exploitants et des transformateurs. Les ingénieurs mettent également au point de l'équipement et des instruments destinés à accroître l'efficacité et la précision des travaux expérimentaux effectués par la Direction générale.

L'énergie est un facteur essentiel au système agro-alimentaire qui consomme une proportion importante (11,3 %) de l'énergie totale du Canada. Le secteur agro-alimentaire consomme de l'énergie pour la production primaire (30 %), la transformation et l'empaquetage (21 %), le transport et la vente au détail (18 %) et l'entreposage et la préparation (31 %). L'énergie représente à l'heure actuelle 25 % des coûts de la production alimentaire primaire. La mise au point de nouvelles technologies énergétiques est un des facteurs clé de la rentabilité et de la compétitivité de l'agriculture canadienne. De gros efforts ont été entrepris en 1980 dans ce domaine et de nombreux contrats de recherches ont été alloués. Environ 180 projets sont subventionnés chaque année dans le secteur privé en vertu de ce programme.

Réalisations

Devant l'expansion des marchés internationaux pour les bleuets nains, il a fallu améliorer la qualité de l'empaquetage des bleuets congelés et en abaisser la teneur en matières étrangères, particulièrement la mousse. Un système de séparation par flottation a été mis au point. Ce système assure la séparation en se basant sur la différence de densité entre les différentes matières. Un prototype polyvalent a été construit et installé dans une chaîne de transformation de bleuets. Les facteurs qui influent sur l'efficacité de la séparation, la perte de produits, la qualité du produit, la transformation et la durée du milieu de séparation (une solution de sucre d'une densité de 1,07 gramme par mL) ont été évalués. Les résultats d'un essai comparatif sur un second prototype faisant appel à des solutions de sel et de sucre comme milieu de séparation ont révélé que le sel n'était acceptable qu'avec les bleuets en très bon état.

Un appareil manuel pour l'inspection des carcasses de veaux a été mis au point pour classifier les veaux de façon objective. Cet appareil projette une illumination sous un même angle, à la même intensité et de la même couleur sur les carcasses de veaux, éliminant ainsi les erreurs de jugement par les évaluateurs. En plus d'une

separation system was developed, using the difference in density between materials as the separating force. A prototype unit was developed that allowed maximum operational flexibility, and it was constructed and installed in a blueberry processing line. With the use of a sugar solution at a density of 1.07 grams per millilitre, factors that affect separation efficiency, product loss, product quality, processing, and the life of the separating medium were investigated. Results of a comparative test on a second unit, using sugar and salt solutions as the separating mediums, showed salt to be acceptable only with blueberries that were in very good condition.

A hand-held veal-inspecting instrument was developed for grading veal objectively. This instrument provides illumination with the same angle, intensity, and color content as the veal carcasses, eliminating judgment errors by the graders. In addition to an illumination reading, chromaticity coordinate values are given, to ensure greater discrimination and better grading. The veal-inspecting instrument takes the subjectivity out of the grading and inspection of veal, and assures the producer as well as the processor of impartiality.

A microcomputer-based gauge was developed for measuring the volume of plant roots. The new system is five times more accurate than other techniques. In addition, volume measurements are recorded automatically, in engineering units, by the computer and the recorded data can be transmitted easily to a larger computer for detailed analysis. Nondestructive measurement of the volume of plant root is used in studies on plant growth rates.

A new fertilizer dispenser was developed to dispense fertilizer in a narrow, concentrated band along the drip line of trees. Fertilizer is usually broadcast in orchards, distributing the nutrients to both the trees and the grass cover. By restricting the fertilizer to a narrow band at the drip line, nutrients are made available more directly to the tree roots, aided by the additional moisture at the drip line. The growth of grass is reduced, making mowing easier. The new machine can be adjusted to make it suitable for conducting research in various types of orchards.

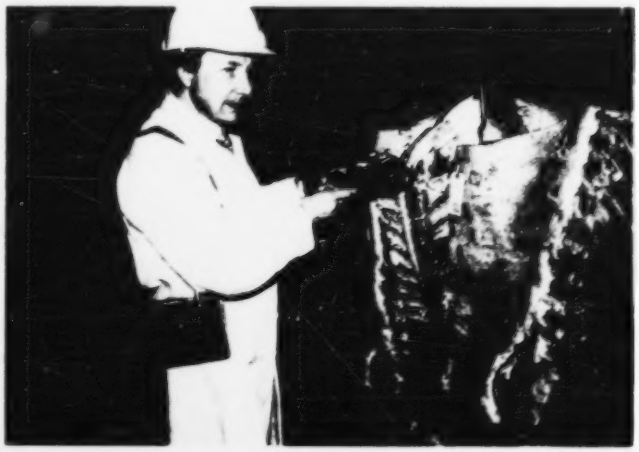
Input of nonrenewable energy, output of metabolizable energy of the grain for human consumption, and energy efficiency levels of 12 crop rotations considered technically feasible for the Brown soil zone of southwestern Saskatchewan were evaluated for the period 1966 to 1978. The results showed that total nonrenewable energy input per unit area was lowest for the traditional 2-year fallow–wheat rotation, intermediate for the 3-year fallow–wheat–wheat rotation, and highest for the continuous wheat rotation. Fuel use per unit area was similar among the rotations, but accounted for the greatest share of the total energy input of the 2-year fallow–wheat rotation. Energy expenditures on fertilizers increased with rotation length, accounting for 14–45% of the total energy requirements of the rotations. Energy output generally increased with rotation length because of the greater quantity of annual grain production per unit area. Net energy produced was greatest for the continuous wheat rotation that received recommended rates of nitrogen and phosphorus fertilizer and lowest for rotations that included flax. In comparison with the 2-year fallow–wheat rotation, the comparable 3-year and continuous wheat rotations produced 20 and 32% more net energy per unit area, respectively. Energy output–input ratios for the various rotations ranged between 3.08 for the oat forage–wheat–wheat rotation and 4.24 for the fallow–wheat–wheat rotation that received only phosphorus fertilizer.

Biological resources

The area of biological resources refers to Agriculture Canada's mandate to house and make available major national and international collections of biological material, conduct and publish taxonomic and biogeographic research, produce identification guides, and provide a national identification service for a wide range of organisms.

Accomplishments

Growth, development, care, and utilization of the taxonomic *collections of Agriculture Canada continued. In 1984*, 493 200 specimens, collections, and cultures of organisms of importance to scientific and technical studies of national significance were added to the Canadian National Collections of Insects, Arachnids, and Nematodes (CNC), the National Mycological Herbarium (DAOM), the Agriculture Canada Vascular Plant Herbarium (DAO), and the National Collection of Fungus Cultures (NCC). In 1984, the NCC was expanded to include nonmedical bacteria, and a liquid nitrogen



A hand-held veal-inspecting instrument was developed to grade veal objectively to the satisfaction of both the veal producer and the meat processor.

Un contrôleur manuel a été mis au point pour classer objectivement les carcasses de veau, à la satisfaction du producteur et du transformateur.

The large yellow underwing, a cutworm moth native of western Europe and northern Africa, was trapped in eastern Newfoundland for the first time in 1984.

La noctuelle fiancée, un ver-gris indigène de l'Europe de l'ouest et du nord de l'Afrique, a été capturée dans l'est de Terre-Neuve pour la première fois en 1984.

lecture par illumination, des valeurs coordonnées de chromaticité sont données afin d'assurer une meilleure discrimination et un classement plus fiable. Cet appareil manuel d'inspection des carcasses de veaux élimine ainsi toute subjectivité dans l'évaluation et l'inspection des veaux et donne aux producteurs de même qu'aux transformateurs un instrument impartial.

Un appareil de mesure micro-informatisée a été mis au point pour mesurer le volume radiculaire des plantes. Ce nouveau système est cinq fois plus précis que les autres méthodes. En outre, les mesures du volume sont automatiquement enregistrées en unités de traitement par l'ordinateur et les données enregistrées peuvent être transmises facilement à un ordinateur plus puissant pour analyse détaillée. Cette façon inoffensive de mesurer le volume des racines des plantes est utilisée dans les études sur les vitesses de croissance.

Un nouveau distributeur de fertilisant qui disperse le fertilisant sur une bande étroite, concentrée le long de la ligne d'égouttement des arbres, a été mis au point. Les fertilisants sont habituellement épandus à la volée dans les vergers, et les éléments nutritifs sont par conséquent distribués autant aux arbres qu'au gazon. En limitant l'épandage du fertilisant à une bande étroite située à la ligne d'égouttement des arbres, les éléments nutritifs atteignent plus directement les racines, aidés par l'humidité additionnelle de la ligne d'égouttement. La croissance de l'herbe est ainsi réduite et la fauche s'en trouve facilitée. La nouvelle machine peut être ajustée de façon à permettre des recherches dans différents types de verger.

Les intrants en énergie non renouvelable, les extrants en énergie métabolisable des grains pour la consommation humaine et les niveaux d'efficacité énergétique de 12 rotations de culture considérées techniquement faisables pour la zone de sol brun du sud-ouest de la Saskatchewan ont été évalués pour la période s'étendant entre 1966 et 1978. C'est dans les champs soumis à la rotation traditionnelle de 2 ans (jachère—blé) que les apports totaux en énergie non renouvelable par unité de surface étaient les plus faibles; ils étaient moyens dans les champs soumis à un assolement triennal (jachère—blé—blé); les apports les plus élevés ont été relevés dans les champs soumis à la culture continue du blé. L'utilisation de combustible par unité de surface était semblable dans les trois cas, mais constituait la plus grande proportion des intrants énergétiques totaux dans les terrains soumis à un assolement bisannuel (jachère—blé). Les dépenses énergétiques reliées aux fertilisants augmentaient avec la durée des rotations, soit de 14 à 15 % de l'énergie totale utilisée. Les extrants énergétiques augmentaient généralement en fonction de la durée des rotations à cause du volume supérieur de la production annuelle de grains par unité de surface. La meilleure production nette d'énergie a été atteinte dans les champs soumis à la culture continue du blé dans lesquels l'épandage de fertilisants azotés et phosphorés se faisait selon les taux recommandés; la pire a été relevée dans les rotations qui comprenaient la culture du lin. Comparativement aux rotations bisannuelles (jachère—blé), l'assolement triennal et la culture continue du blé ont produit respectivement de 20 à 32 % de plus d'énergie nette par unité de superficie. Les rapports extrants—intrants énergétiques pour les divers types de rotation variaient entre 3,08 pour la rotation fourrage d'avoine—blé—blé et 4,24 pour la rotation jachère—blé—blé dans les sols enrichis uniquement au fertilisant phosphoré.

Ressources biologiques

Agriculture Canada a également pour mandat d'entretenir de grosses collections nationales et internationales de matériaux biologiques, de mener des recherches taxonomiques et biogéographiques et d'en publier les résultats, de produire des guides d'identification et d'offrir un service national d'identification à une vaste gamme d'organismes.

Réalisations

Agriculture Canada a continué à développer ses collections taxonomiques. En 1984, la Collection nationale canadienne d'insectes, d'arachnides et de nématodes, l'Herbier national des champignons, l'Herbier de plantes vasculaires d'Agriculture Canada et la Collection nationale de cultures fongiques se sont enrichis de 493 200 spécimens, collections et cultures d'organismes importants pour les études scientifiques et techniques nationales. En 1984 également, la Collection nationale de cultures fongiques a été élargie afin d'inclure les bactéries sans intérêt médical; on a également fait l'acquisition d'une installation d'azote liquide pour stocker les cultures. Les installations d'entreposage de la Collection nationale canadienne d'insectes, d'arachnides et de nématodes ont également été améliorées.

Le Service national d'identification a traité des insectes, des acariens, des arachnides, des nématodes parasites des plantes, des mauvaises herbes, des plantes cultivées, des plantes indigènes et des champignons. En 1984, le service a examiné 84 401 spécimens, collections et cultures. Une équipe d'experts composée de scientifiques et de techniciens a mis à jour le système d'information afin d'assurer que ces organismes sont identifiés correctement et que les données appropriées sur leurs caractéristiques biologiques et leur impact sont rapidement disponibles.

Une étude de 2 ans sur les collections d'arthropodes du parc national du Cap Breton, effectuée à contrat par Parcs Canada, a été menée à terme. Le rapport doit comprendre un traitement spécial des espèces ou des groupes les plus représentatifs, de même qu'un examen des espèces suivantes : espèce en danger ou en voie de disparition; espèces régionales et isolées; les espèces introduites et les espèces communes. Le rapport doit en outre traiter en détail certains groupes choisis (papillons, moustiques, libellules, criquets), donner un aperçu général de la faune dans certains habitats importants et identifier les habitats biologiques spéciaux.

Une équipe de quatre chercheurs de la Direction générale, qui étudiait les acariens nordiques, les mouches parasites, les vers-gris et les doryphores, a passé un mois dans les monts British dans le nord du Yukon au cours de l'été 1984, accompagnée d'un entomologiste de l'Université de Colombie-Britannique et d'un botaniste. De nombreuses espèces ont été observées pour la première fois dans cette région. En outre, un certain nombre d'espèces recueillies étaient totalement nouvelles ou n'avaient été observées précédemment qu'en Sibérie.

Biotechnologie

Les méthodes agricoles actuelles ne suffisent plus à soutenir les grosses augmentations de productivité des 50 dernières années. Les pertes de terre arable, les préoccupations environnementales, le coût de l'énergie et les restrictions propres aux méthodes traditionelles de production végétale et animale ne permettent plus d'obtenir le rendement nécessaire pour répondre à la demande croissante de la population.

Comme la Direction générale de la recherche a pour mandat d'accroître l'efficacité de l'agriculture, Agriculture Canada compte sur la biotechnologie pour surmonter ces obstacles. Cette technologie moderne ouvre de nouvelles avenues à la recherche parce que c'est un outil puissant qui permet de manipuler les caractéristiques héréditaires des plantes, des animaux et des micro-organismes.

Les possibilités d'augmenter la production agricole sont presque illimitées. Dans la production végétale, ces possibilités vont de l'amélioration de la qualité des cultures (augmentation des rendements au moyen d'une amélioration de la résistance des plantes aux températures, à la sécheresse, aux maladies et aux ravageurs) à la réduction de la dépendance vis-à-vis des produits chimiques. Dans

facility for storing cultures was added. Much improved housing for the CNC was also provided.

The National Identification Service was provided for insects, mites, spiders, plant parasitic nematodes, weeds, cultivated plants, native plants, and fungi. In 1984, 84 401 specimens, collections, and cultures were identified. An expert team of scientists and technicians maintained and updated an information system, ensuring that the identity of these organisms was determined accurately and that appropriate data on their biology and impact were available quickly.

Two years of work collecting arthropods in Cape Breton Highlands National Park under a contract with Parks Canada was completed. The report will include a special treatment of the most representative species or groups as well as an examination of the following: rare and endangered species; endemic and disjunct species; introduced species; and conspicuous species. In addition, the report will present a detailed treatment of selected groups (butterflies, mosquitoes, dragonflies, grasshoppers), an overview of fauna in specified major habitats, and the identification of special biological habitats.

A team of four Branch scientists studying northern mites, parasitic flies, cutworm moths, and beetles spent a month in the British Mountains, northern Yukon, in the summer of 1984, accompanied by an entomologist from the University of British Columbia and a botanist. Many species found were previously unknown from this area. In addition, a number of species collected were completely new to science or were formerly known only from Siberia.

Biotechnology

Current agricultural practices can no longer sustain the great increases in productivity of the past 50 years. Losses of arable land, environmental concerns, energy costs, and limitations in conventional production methods for plants and animals no longer permit the output required to meet the increasing population demands of the future.

With a mandate to increase agricultural efficiency, Agriculture Canada is exploiting the potential of biotechnology to overcome these constraints. This modern technology provides a new dimension in research—a powerful tool for the manipulation of the inherited characteristics of plants, animals, and microorganisms.

The opportunities to increase agricultural output are limitless. In plant production these range from improved crop quality—increased yields through increased resistance to temperature, drought, disease, or pests—to reduced dependence on chemicals. In the animal sector, biotechnology offers promise in the diagnosis, prevention, and control of disease, in improved animal nutrition through the production of essential hormones and feed additives, and in the genetic improvement of animal breeds.

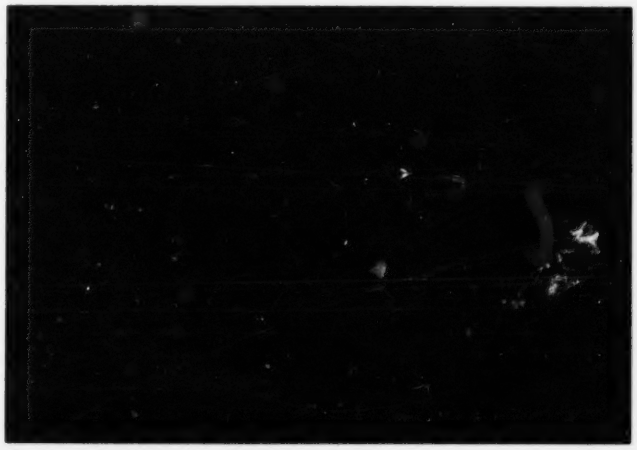
Agriculture Canada supports research in all these areas. In addition to Branch resources, an additional $1.5 million per year was provided under the national biotechnology strategy in support of Agriculture Canada's acknowledged strengths in crop improvement, nitrogen fixation, and animal health.

Accomplishments

Fermenting wheat straw with a white rot fungus for 6–8 weeks improved the quality of straw to a level equivalent to medium-quality grass hay. *Pleurotus ostreatus*, the oyster mushroom, was found to offer a high potential for this process and is also safe for human consumption. Because white rot fungi remove lignin, the remaining carbohydrates, such as hemicellulose and cellulose, are made more digestible to ruminant animals. Contract research with the Nova Scotia Research Foundation has shown that this type of biotechnology could improve the nutritive value of crop residues.

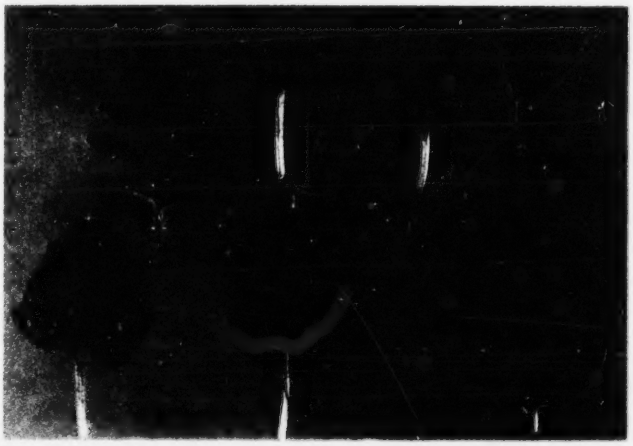
The low female reproduction rate of cattle and the long intervals between generations are reducing the speed with which genetic improvements are made. The acquisition and further development in laboratory animals of techniques for bisecting and culturing bisected embryos, and transferring them nonsurgically, have increased the scope for further use. With the use of these techniques, embryos from superior sires and dams can be split into two or more, and the number of offspring from transfers of such embryos could at least be doubled. It was demonstrated, with laboratory rats, that crossbred embryos were twice as viable as purebred embryos.

Previous work on Marek's disease, a viral disease of chickens, showed that the haplotype (gene) B^{21} of the major histocom-



Flower morphology and color vary in somatic hybrids produced through fusion of protoplasts of *Solanum melongena* (eggplant) with a wild species, *S. sisymbriifolium*.

La morphologie et la couleur des fleurs varient chez les hybrides somatiques issus de la fusion des protoplastes de *Solanum melongena* (aubergine) et d'une espèce sauvage, *S. sisymbriifolium*.



Leaf morphology of somatic hybrids; *Solanum sisymbriifolium* (upper left) and *S. melongena* (lower right).

Morphologie de la feuille d'hybrides somatiques; *Solanum sisymbriifolium* (coin supérieur gauche) et *S. melongena* (coin inférieur droit).

la production animale, la biotechnologie s'annonce prometteuse pour la lutte contre les maladies (diagnostic et prévention), pour l'amélioration de l'alimentation des animaux (production d'hormones et d'additifs alimentaires), ainsi que pour l'amélioration génétique des espèces.

Agriculture Canada subventionne des recherches dans tous ces secteurs. En plus des ressources dont dispose la Direction générale, 1,5 million de dollars supplémentaires sont fournis chaque année dans le cadre de la stratégie nationale en biotechnologie pour soutenir les efforts notoires d'Agriculture Canada dans la recherche sur l'amélioration des cultures, la fixation de l'azote et la santé animale.

Réalisations

La fermentation de la paille de blé à l'aide du champignon de la carie blanche pendant 6 à 8 semaines a permis d'améliorer la qualité de la paille à un niveau équivalent au foin de qualité moyenne. *Pleurotus ostreatus*, le champignon huître, s'est révélé très efficace dans cette application en plus d'être sans danger pour la consommation humaine. Comme ces champignons extraient la lignine, les hydrates de carbone qui restent, tels que l'hémicellulose et la cellulose, deviennent plus facilement digestibles par les ruminants. Une recherche contractuelle effectuée par la fondation de la recherche de la Nouvelle-Écosse a montré que ce type de biotechnologie pouvait améliorer la valeur nutritive des déchets de culture.

Le faible taux de reproduction des femelles chez les bovins et les longs intervalles entre les générations ralentissent le rythme des améliorations génétiques. Le développement des techniques de bissection et de culture d'embryons bisséqués d'animaux de laboratoire et le transfert non chirurgical de ces embryons ont ouvert de nouvelles perspectives. Grâce à ces techniques, des embryons de géniteurs mâles et femelles supérieurs peuvent être divisés en deux parties ou plus, et le nombre d'animaux obtenus à partir du transfert de tels embryons pourrait au moins être doublé. Il a été démontré sur des rats de laboratoire que les embryons de races croisées étaient deux fois plus viables que les embryons de race pure.

Les travaux antérieurs sur la maladie de Marek, maladie virale des poulets, ont montré que l'haplotype (gène) B^{21} du principal complexe d'histocompatibilité est associé à la résistance au développement des tumeurs causées par le virus. Des analyses rétrospectives des changements dans la fréquence des haplotypes B en sélection expérimentale tant pour la résistance à la maladie de Marek que pour le rendement élevé dans la production des œufs ont été effectuées en collaboration avec l'Université de Copenhague au Danemark. Ces analyses indiquent que les haplotypes B^2, comme l'haplotype B^{21}, sont souhaitables dans les troupeaux commerciaux de poulets Leghorn. Cette découverte très importante pour les compagnies d'élevage commercial qui, à l'heure actuelle, en se basant sur les résultats de recherches antérieures, changent la fréquence des haplotypes d'histocompatibilité de leurs troupeaux commerciaux à partir de simples tests sanguins. L'amélioration de la résistance génétique (héréditaire) à la maladie chez les bovins et les volailles réduira de beaucoup les coûts de production.

Des modifications ont été apportées à l'équipement spécialisé de micro-injection intranucléaire de protoplastes végétaux afin de contrôler très précisément les volumes injectés (10^{-14} litre). Des méthodes très précises de coloration fluorescente one été mises au point et permettent maintenant de localiser des compartiments cellulaires spécifiques. Des méthodes efficaces pour cultiver des protoplastes de luzerne individuels immobilisés jusqu'au stade de colonie ont dû être établies comme condition préalable aux études de micro-injection. En collaboration avec les chercheurs de l'Université de Carleton, on a pu observer des transformations très fréquentes suivant la micro-injection de l'ADN du plasmide Ti *Agrobacterium* dans le noyau des protoplastes de luzerne. Parmi les 36 colonies obtenues, 10 étaient positives pour la napoline ou l'activité de synthase de la napoline, c.-à-d., une enzyme encodée par un gène sur le plasmide Ti. La méthode de micro-injection a été appliquée aux protoplastes des feuilles de tabac, de pétunia et de seigle de même qu'aux protoplastes dérivés de la culture cellulaire du canola.

La fixation symbiotique de l'azote se fait de façon normale dans le fourrage et les légumineuses, mais est limitée par la compatibilité hôte—inoculant ainsi que par les facteurs environnementaux. La recherche a montré que le développement morphologique de la luzerne, qui dépend du temps, influe beaucoup sur la croissance symbiotique des plantes. Le mécanisme par lequel l'adénosine triphosphate (ATP) est utilisée comme source d'énergie a été défini beaucoup plus clairement et des efforts sont faits à l'heure actuelle en vue d'accroître la capacité des nodosités des racines à supporter une symbiose fixatrice d'azote au moyen de méthodes de croisement des plantes. Un nouveau substrat pour l'enzyme nitrogénase a été découvert; ce substrat pourrait servir de sonde dans les essais sur l'activité de fixation d'azote dans les nodosités. La zone d'ADN située autour des gènes qui commandent la fixation d'azote dans *Rhizobium meliloti* a été cartographiée. D'autres recherches ont montré que les gènes qui déterminent la compétitivité de *R. meliloti* dans la production de nodosités dans les plantes pourraient résider dans un plasmide de taille moyenne (150 mégadaltons).

L'inoculation des légumineuses s'est révélée essentielle à l'établissement d'une symbiose fixatrice de l'azote au cours d'expériences qui visaient à s'assurer que l'utilisation d'un fertilisant azoté n'était pas nécessaire pour obtenir des rendements optimaux. La gomme arabique (40 % poids/volume) la cellulose carboxyméthyle (4 % pds/vol.) et la colle à papier peint (20 % pds/vol.) se sont révélées d'excellents agents d'adhésion, produisant plus de 100 nodosités par plantes et donnant de meilleurs rendements que ceux obtenus à l'aide de l'azote minéral. L'utilisation d'eau comme agent d'adhésion ou l'application d'un inoculat sous forme de poudre sèche se sont révélées insatisfaisantes.

Les recherches sur les virus des plantes ont montré que des recombinants peuvent être développés entre l'acide ribonucléique (ARN) satellite de type viroïde du virus de souche temporaire de la luzerne et les génomes de l'ARN de deux autres virus affectant les légumineuses et Brassica. La fonction de modification de la pathogénécité de l'ARN satellite a été établie, suggérant qu'il pourrait être possible de dériver des souches de virus moins virulentes qui protégeraient les plantes contre des souches plus actives.

La présence d'acide ribonucléique à double brin (ARN db) et à poids moléculaire élevé dans les extraits de plantes est habituellement indicative d'une infection par un virus ARN. La plupart des virus végétaux ont de l'ARN comme génome (information génétique) et à chaque virus ARN correspond un ARNdb unique qui entre en jeu dans sa reproduction. Un ARNdb à poids moléculaire anormalement élevé a été observé dans les plants apparemment exempts de virus de la variété de haricot *Black Turtle Soup* utilisée couramment dans la fabrication des soupes. Toutes les tentatives de transmettre un virus de cette variété de haricot à d'autres plantes, notamment à plusieurs autres variétés de haricot, ont échoué. Aucune particule viroïde n'a pu être détectée dans la variété Black Turtle Soup ou dans les plantes inoculées avec l'ARNdb ou d'autres acides nucléiques provenant de cette variété et aucun ARNdb à poids moléculaire élevé n'a été trouvé dans d'autres variétés de haricot couramment utilisées. Le fait que l'ARNdb du haricot Black Turtle Soup ait été détecté par une méthode couramment utilisée pour détecter l'ARN viral dans les plantes, p. ex. dans les pro-

patibility complex is associated with resistance to the development of tumors caused by the virus. Retrospective analyses of changes that occurred in the frequency of *B* haplotypes under experimental selection for both Marek's disease resistance and high egg production performance were completed in cooperation with the University of Copenhagen, Denmark. They indicated that haplotypes B^2, along with B^{21}, are desirable in commercial stocks of Leghorn chickens. This finding is of direct importance to commercial breeding companies that are now, based on earlier research results, changing the frequencies of the histocompatibility haplotypes in their commercial stocks on the basis of simple blood tests. Improving genetic (inherent) resistance to disease in livestock and poultry will reduce production costs significantly.

Modifications were made to specialized equipment for achieving intranuclear microinjection of plant protoplasts to achieve fine control of volumes injected (10^{-14} litres). Highly specific, vital fluorescent staining procedures were developed in order to locate specific cellular compartments. Efficient methods for culturing single, immobilized alfalfa protoplasts to the colony stage were established as a prerequisite to microinjection studies. In collaboration with Carleton University, evidence has been obtained for high frequency transformation following microinjection of *Agrobacterium* Ti plasmid DNA into the nuclei of alfalfa protoplasts. Among 36 recovered colonies, 10 were positive for nopaline or nopaline synthase activity, i.e., an enzyme encoded by a gene on the Ti plasmid. The method of microinjection has been applied to leaf protoplasts of tobacco, petunia, and rye as well as cell culture-derived protoplasts of canola.

Symbiotic nitrogen fixation occurs normally in forage and grain legumes but is limited by host-inoculant compatibility and by environmental factors. Research has shown that time-dependent morphological development in alfalfa greatly influences the symbiotic growth of the plants. The mechanism by which adenosine triphosphate (ATP) is used as an energy source was more clearly defined, and efforts are being made toward increasing the ability of root nodules to support symbiotic nitrogen fixation through plant breeding methods. A new substrate for the enzyme nitrogenase was discovered, which will be useful as a probe for assaying nitrogen-fixing activity in plant nodules. The region of DNA around the nitrogen-fixing genes in *Rhizobium meliloti* was mapped. Further research showed that genes that determine the competitive ability of *R. meliloti* to produce nodules in plants may reside in a medium-sized (150 megadaltons) plasmid.

Inoculation of legumes was found to be essential to the establishment of a successful nitrogen-fixing symbiosis in experiments designed to ensure that fertilizer nitrogen is not required for optimum yields. Gum arabic (40%, weight to volume), carboxymethyl cellulose (4%, weight to volume), and wallpaper glue (20%, weight to volume) were excellent adhesive agents, resulting in over 100 nodules per plant and in greater plant yields than achieved with mineral nitrogen. The use of water as an adhesive agent or the application of inoculant as a dry powder was unsatisfactory.

Plant virus research has shown that recombinants can be developed between the viroid-like satellite ribonucleic acid (RNA) of lucerne transient streak virus and the RNA genomes of two other viruses affecting legumes and brassicas. The pathogenicity-modifying function of the satellite RNA was established, suggesting that it should be possible to derive less virulent virus strains that would protect plants against severe strains.

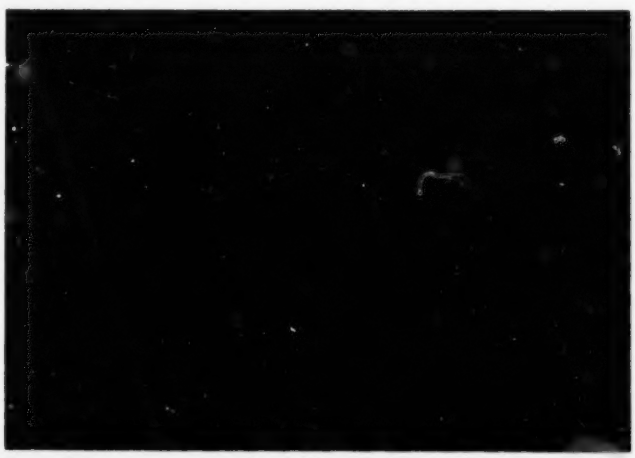
The presence of high molecular weight double-stranded ribonucleic acid (dsRNA) in extracts of plants is usually indicative of infection by an RNA virus. Most plant viruses have RNA as their genome (genetic information), and each RNA virus specifies a unique dsRNA that is involved in virus reproduction. An unusually high molecular weight dsRNA has been found in apparently virus-free plants of the bean variety Black Turtle Soup, commonly used as a soup bean. All attempts to transmit a virus from Black Turtle Soup to other plants, including several bean varieties, were unsuccessful. No virus-like particles could be detected in Black Turtle Soup, in plants inoculated with the dsRNA, or in other nucleic acids from this variety, and no high molecular weight dsRNAs have been found in other commonly used bean varieties. The fact that the Black Turtle Soup dsRNA was detected by a method commonly used to screen plants for viral RNAs, e.g., in certification programs, suggests that caution should be exercised in the interpretation of such assays for the presence of virus-specific dsRNAs in plants.

Protection

Insects, weeds, and diseases are the cause of substantial and sometimes catastrophic losses to crop and animal production. Control programs that have relied almost exclusively on chemical applications have placed severe stresses on resources and on the environment. Modern pest management systems being developed are based on sound biological knowledge and emphasize the development of technology that will take into account not only increased productivity, but also the maintenance of environmental quality.

The major effort in Research Branch protection programs is directed toward reducing the use of chemicals. This is being achieved in part by the introduction of biological, biochemical, immunological, and cultural controls into integrated pest management systems. Programs being developed emphasize the natural control of insects by biological agents such as predators and microorganisms, and of weeds by cultural methods such as zero tillage. These are being reinforced by the long-term development of biotechnological methods which, through genetic engineering, can increase the resistance of crops to insects and pathogens and, through the production of monoclonal antibodies, can provide new and more accurate methods for disease diagnosis.

However, in the short term, there is a continued need for pesticides both as components of effective control programs and in emergency situations. Efforts are being made to evaluate more highly selective chemicals with reduced persistence in the environ-



Eggs of the sevenspotted lady beetle. This insect was introduced into Canada and shows potential for biological control of aphids.

Œufs de la coccinelle à sept taches. Cet insecte a été introduit au Canada et pourrait être utilisé pour la lutte biologique contre les pucerons.

grammes de certification, laisse donc croire qu'il faudrait être très prudent dans l'interprétation de ces essais pour détecter la présence de l'ARNdb spécifique à un virus dans les plantes.

Protection des cultures

Les insectes, les mauvaises herbes et les maladies sont la cause de pertes importantes et parfois catastrophiques pour la production végétale et animale. Les programmes de lutte qui, jusqu'à présent ont reposé presque exclusivement sur l'application de produits chimiques ont ajouté encore aux pressions exercées sur les ressources et sur le milieu. Les nouveaux systèmes de lutte antiparasitaire sont basés sur des connaissances biologiques approfondies et mettent l'accent sur le développement de méthodes qui tiennent compte non seulement de l'augmentation de la productivité, mais également de la qualité de l'environnement.

Le principal objectif des programmes de protection de la Direction générale de la recherche est de réduire l'utilisation des produits chimiques. Pour ce faire, on a recours à des méthodes biologiques, biochimiques, immunologiques et culturales dans le cadre de mécanismes de lutte intégrée. Les programmes insistent sur la lutte naturelle contre les insectes au moyen d'agents biologiques tels que les prédateurs et les micro-organismes, et contre les mauvaises herbes au moyen de méthodes de culture, telles que la méthode de semis direct. Ces programmes sont appuyés par des recherches à long terme sur les méthodes biotechnologiques qui, au moyen de la manipulation génétique, peuvent augmenter la résistance des cultures aux insectes et aux organismes pathogènes, et peuvent, grâce à la production d'anticorps monoclones, fournir de nouvelles méthodes plus précises pour le diagnostic des maladies.

Cependant, à court terme, nous avons toujours besoin de pesticides tant dans les programmes courants de lutte que dans les situations d'urgence. Des efforts sont faits en vue de trouver des produits chimiques plus sélectifs qui persistent moins longtemps dans le milieu que les produits connus. Les méthodes de surveillance faisant appel à des produits chimiques présents naturellement dans le milieu, telles que les phéromones d'insectes, permettent d'établir des prévisions fiables qui peuvent servir à déterminer la méthode la plus efficace et le moment d'intervention le plus approprié. Des recherches sont menées sur les mécanismes de transport et les transformations que subissent les produits chimiques agricoles et leurs sous-produits dans le milieu.

When wild oats are not controlled (*left*), serious yield losses occur in cereal crops in western Canada.

Lorsqu'on ne lutte pas contre la folle avoine (à gauche), les pertes de céréales dans l'ouest du Canada sont importantes.

Réalisations

L'abeille de la luzerne est le principal pollinisateur des graines de luzerne dans l'Ouest du Canada. Un des problèmes courants que rencontrent les apiculteurs est le parasitisme des cocons de l'abeille par le chalcidoïde *Pteromalus venustus*. Ce parasite sort des cocons infectés après 8 ou 12 jours d'incubation et, s'il demeure incontrôlé, se répand à presque tous les cocons sains. Les bandes de résine de dichlorvos offrent des possibilités pour la lutte contre ce chalcidoïde, mais les vapeurs de dichlorvos sont également toxiques pour les abeilles lorsque celles-ci y sont surexposées. Des paramètres de traitement ont été établis en conséquence : l'installation d'une bande de résine de 40,4 m^3, restreinte à la période d'émergence du parasite, assure un contrôle maximal du parasite sans accroître la mortalité de l'abeille. Les cocons protègent ainsi en effet les abeilles contre les vapeurs de dichlorvos. Le parasitisme ainsi réduit, la survie des abeilles a augmenté de façon significative. Cette recherche a servi de base aux recommandations formulées sur la lutte contre *P. venustus* à l'aide de bandes de résine de dichlorvos.

Une étude de 3 ans sur la lutte contre le puceron de l'asperge européen, *Brachycolus asparagi*, a été menée à terme en 1984. On a déterminé l'efficacité et la dégradation de plusieurs insecticides dont les suivants : méthamidophos, diméthoate, et pirimicarbe, partiellement systémiques, et disulfoton, déméton et oxydéméton-méthyle, entièrement systémiques. Tous ces produits chimiques se dégradent rapidement sur le terrain et les résidus totaux, y compris les métabolites toxiques, se dégradent tous dans une période de 30 à 60 jours. Aucun résidu à la limite de détection de 0,002 partie par million n'a été observé dans les asperges marchandes récoltées au cours du printemps et au début de l'été suivant. Les études ont clairement indiqué que les pointes d'asperges commerciales sont exemptes de tous résidus détectables après que ces insecticides ont été utilisés pour la lutte contre le puceron dans les feuilles d'asperges.

La maladie de replantation de la pomme, qui apparaît lors du renouvellement des vergers, est courante en Colombie-Britannique. La croissance des arbres nouvellement plantés est gravement retardée par cette maladie et la période nécessaire aux pommiers pour atteindre le stade de production économique s'en trouve considérablement augmentée. Plusieurs champignons, notamment les espèces *Cylindrocarpon*, *Fusarium* et *Pythium*, ont été isolés dans les sols des vergers où sévit cette maladie. Réintroduits dans les sols originaux après désinfection, ces champignons ont perturbé la croissance des plantules de pommiers. Les traitements de désinfection du sol (pasteurisation thermique, bromure de méthyle, formol et divers fongicides) diffèrent dans leur efficacité relative selon le sol des vergers, ce qui laisse croire que plusieurs organismes ou complexes d'organismes peuvent engendrer la maladie. Une méthode de bio-essais des sols utilisant les plantules de pommiers a été mise au point afin de déterminer quel traitement, s'il en est un, devrait être utilisé dans un verger particulier avant la replantation.

La résistance aux fongicides est devenue un problème majeur. Plusieurs fongicides ne sont plus efficaces pour protéger les récoltes de fruits en Ontario. Le champignon responsable de la tavelure des pommiers résiste au benomyle dans 45 vergers et à la dodine dans 12 autres, tandis que dans 9 autres vergers, il résiste aux deux fongicides (145 vergers examinés). Des cas de résistance au benomyle de la pourriture brune ont été relevés dans 83 % des 35 cerisaies et vergers de pêches étudiés en 1982 et 1984. *Botrytis cinerea* résistait au benomyle dans 41 % des 83 champs de fraises et dans 83 % de 18 vignobles examinés. Dans six vignobles, *B. cinerea* était résistant à l'iprodione, fongicide nouvellement mis sur le marché. Ces récents développements font ressortir la nécessité d'une bonne gestion des fongicides afin de réduire le développement d'une résistance et l'utilisation de fongicides multi-sites dans les programmes de lutte.

ment. Monitoring and surveillance techniques using naturally occurring chemicals, such as insect pheromones, are providing reliable forecasting systems for use in determining the most effective method and time of control. Research is carried out on transport mechanisms and the transformations that agricultural chemicals and by-products undergo in the environment.

Accomplishments

The alfalfa leafcutting bee is the most important pollinator of seed alfalfa in western Canada. A common problem for beekeepers is the parasitism of leafcutting bee cocoons by the chalcidoid *Pteromalus venustus*. This parasite emerges from infested cocoons after 8–12 days of incubation and, if uncontrolled, rapidly parasitizes most of the healthy cocoons. Dichlorvos resin strips have potential for controlling this chalcidoid, but the dichlorvos vapor is also toxic to the bees if they are overexposed. Treatment parameters were established by which one resin strip per 40.4 cubic metres, restricted to the period of parasite emergence, gave maximum control of the parasite without increasing bee mortality. The cocoons protected the bees from the dichlorvos vapor; with reduced parasitism, bee survival increased significantly. This research has formed the basis of recommendations on controlling *P. venustus* with dichlorvos resin strips.

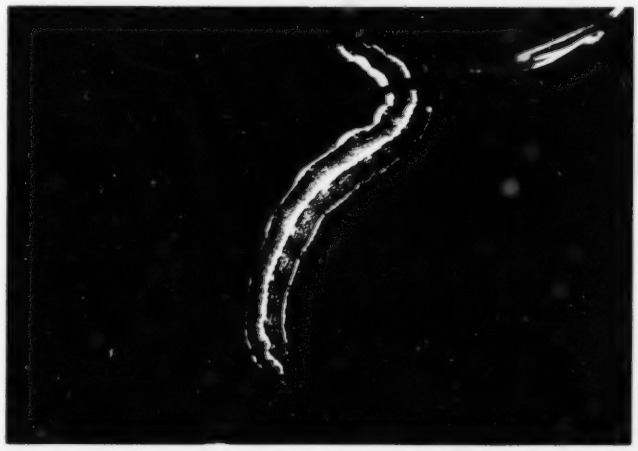
A 3-year study on the management of the European asparagus aphid, *Brachycolus asparagi*, was completed in 1984. Efficacy and degradation of several insecticides were determined, including the partly systemic methamidophos, dimethoate, and pirimicarb, and the fully systemic disulfoton, demeton, and oxydemeton-methyl. All these chemicals degraded readily under field conditions, and the total residues, including toxic metabolites, were all degraded in 30–60 days. No residue at the limit of detection of 0.002 parts per million was present in the marketable spears harvested in the following spring and early summer. Studies clearly indicated that the marketable asparagus spears are free from any detectable residue after these insecticides have been used for aphid control in asparagus foliage.

Apple replant disease, a condition encountered when apple orchards are renewed, is common in British Columbia. The growth of newly planted trees is severely stunted, drastically increasing the period required to attain economical fruit production. Several fungi, including species of *Cylindrocarpon*, *Fusarium*, and *Pythium*, have been isolated from orchard soils where apple replant disease is a problem. When reintroduced into the original soils after disinfection, these fungi cause stunted growth of apple seedlings. Soil disinfection treatments by heat pasteurization, methyl bromide, formaldehyde, and various fungicides differ in their relative effectiveness with soils from various orchards, indicating that several organisms or complexes of organisms can cause apple replant disease. A system for bioassaying soils with the use of apple seedlings has been developed to determine which treatment, if any, should be used in a particular orchard before replanting.

Fungicide resistance has become a major concern, and several fungicides are no longer effective for the protection of fruit crops in Ontario. The apple scab fungus is resistant to benomyl in 45 orchards and to dodine in 12 orchards, and in a further nine orchards the fungus is resistant to both fungicides (145 orchards examined). Benomyl-resistant brown rot was identified in 83% of 35 cherry and peach orchards between 1982 and 1984. *Botrytis cinerea* was resistant to benomyl in 41% of 83 strawberry fields and 83% of 18 vineyards examined. In six vineyards, *B. cinerea* was also resistant to the newly introduced fungicide iprodione. These recent developments emphasize the need for fungicide management to reduce the development of resistance and the retention of multi-site fungicides for use in these management programs.

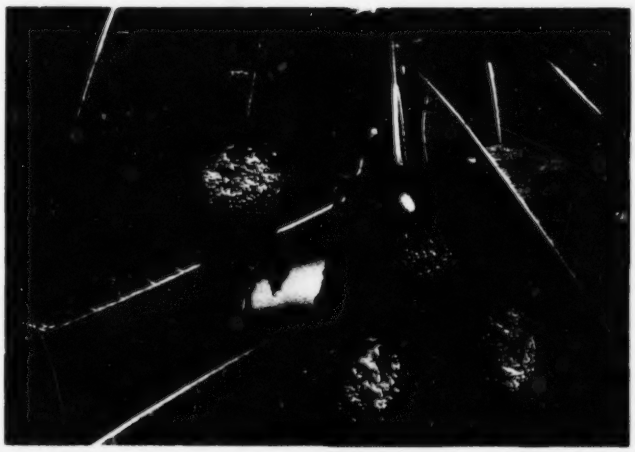
Field and greenhouse studies have shown that sethoxydim provides excellent control of quack grass, if applied to potatoes as a postemergence application when quack grass was at the three- to six-leaf stage. The addition of an oil–surfactant mixture to the spray solution improved the level of control at lower rates of sethoxydim application. Cultivation 2 days after application did not adversely affect level of control obtained because sethoxydim was translocated into the rhizomes within 24–36 hours. Delaying application of sethoxydim until the six-leaf stage of quack grass resulted in potato yield loss due to quack grass competition.

Studies were completed on 3-year yield losses caused by insects, weeds, and diseases in potatoes, onions, and rutabagas. In the absence of any pest control, average losses of 64% for potatoes on mineral soil, 85% for potatoes on organic soil, 100% for onions,



The bertha armyworm is a serious pest of canola. A monitoring system has been developed that predicts the occurrence of damaging populations of this insect early enough to plan effective control measures and to avoid unnecessary applications of pesticide.

La légionnaire bertha est un important ravageur du colza canola. Un système de surveillance a été mis au point, qui permet de prévoir la manifestation de populations dévastatrices suffisamment à l'avance pour planifier des méthodes de lutte efficaces et pour éviter les applications inutiles de pesticides.



Brown rot causes heavy losses in cherries when disease protection is not provided.

La pourriture brune cause des pertes abondantes chez les cerisiers, lorsque la maladie n'est pas maîtrisée.

Les études sur le terrain et en serres ont montré que le sethoxydim permet de lutter efficacement contre le chiendent lorsqu'il est appliqué dans les champs de pommes de terre après émergence de celui-ci, lorsque la mauvaise herbe n'a que trois à six feuilles. L'addition d'un mélange huile-surfactant dans la solution d'épandage a amélioré l'intervention et diminué les doses nécessaires de sethoxydim. La poursuite des cultures 2 jours après l'application n'a pas perturbé le niveau de contrôle obtenu, le sethoxydim étant transféré dans les rhizomes dans une période de 24 à 36 heures. L'application de sethoxydim après que la mauvaise herbe a plus de 6 feuilles s'est traduite par une perte de rendement en pommes de terre attribuable à la compétition du chiendent.

Les études triennales sur les pertes de rendement des pommes de terre, des oignons et du rutabaga causées par les insectes, les mauvaises herbes et les maladies ont été menées à terme. En l'absence de toute mesure de lutte, les pertes moyennes de pommes de terre s'élèvent à 64 % dans les sols minéraux et à 85 % dans les sols organiques, les pertes moyennes d'oignons, à 100 %, et les pertes moyennes de rutabaga à 88 %. Ces pertes sont attribuables principalement à la cicadelle de la pomme de terre pour les pommes de terre cultivées dans les sols minéraux et organiques; aux mauvaises herbes et à la brûlure hâtive pour les pommes de terre dans les sols organiques; aux mauvaises herbes, à la brûlure des feuilles et à la larve de la mouche de l'oignon pour les oignons; et à la mouche du chou et aux mauvaises herbes pour le rutabaga. Les pertes monétaires encourues ainsi que les coûts de la mise en place de chaque programme de lutte ont été calculés. Les résultats montrent bien l'importance de mesures de lutte efficaces pour obtenir une production rentable de pommes de terre, d'oignons et de rutabaga dans le sud-ouest de l'Ontario. En l'absence de tout programme de lutte, les recettes ont été inférieures aux coûts de production pour ces trois cultures. Le simple fait d'oublier, dans le programme de lutte, ne serait-ce qu'un seul ravageur, tel que la cicadelle de la pomme de terre, la mouche de l'oignon ou la mouche du chou, a éliminé tout espoir de profits dans certains des lots expérimentaux.

Par suite de l'introduction et de la colonisation rapide de la doryphore femelle à sept points (C7), une espèce eurasienne, en Nouvelle-Écosse, au Nouveau-Brunswick et dans l'Île-du-Prince-Édouard en 1982, des populations comptant jusqu'à 12 000 individus par hectare ont été relevées, toujours associées à des aphidés pendant la période de reproduction. Des populations nombreuses de C7 ont été observées dans les légumineuses, les céréales, le maïs, le sorgho, les mauvaises herbes, les marais salants, les arbustes et les arbres, partout où les aphidés forment des colonies, ce qui réduit l'éventualité d'une prolifération d'aphidés à une proportion très faible. Ce doryphore n'a éliminé aucune population d'aphidés, ni déplacé quelqu'autre espèce de doryphor. Il répond rapidement à tout accroissement des populations d'aphidés, prévenant ainsi l'endommagement des cultures. Comme ce doryphore a besoin d'un certain nombre d'aphidés dans une culture avant que commence la reproduction et l'application des mesures de lutte, il est inefficace dans la prévention de la prolifération des vecteurs de virus. Toutefois, il finit par s'inscrire dans le milieu naturel, ne nécessite aucun élevage et répond rapidement à toute augmentation du nombre des aphidés dans la plupart des situations.

Il est essentiel de surveiller les parasites et les prédateurs des insectes ravageurs dans tout programme de lutte intégrée qui fait appel en partie aux ennemis naturels pour lutter contre les populations ravageuses. Les chercheurs ont comparé l'attractivité des pièges collants de diverses couleurs pour *Pholotesor ornigis*, un parasite de l'important ravageur des vergers de pommes *Phyllonorycter blancardella*. Les prises de *P. ornigis* réalisées au moyen de pièges jaunes se sont révélées de bons indicateurs de l'émergence et de l'activité de ce parasite pendant chacune de ses trois périodes annuelles d'envol des adultes. Le piège est actuellement mis en place dans les vergers commerciaux afin de familiariser les producteurs et le personnel de vulgarisation aux principes de la surveillance de l'activité des insectes bénéfiques.

Les recherches sur le développement de moyens de lutte biologique contre trois importants ravageurs des vergers, la mineuse des feuilles tentiforme tachetée, *Phyllonorycter blancardella*, le puceron de la pomme, *Aphis pomi*, et la tétranyque à deux points *Tetranycus urticae*. Une méthode faisant appel à des plantules de pomme cultivées dans des pots a été mise au point pour la production de masse de la guêpe *Pholetesor ornigis*, principal parasite de la mineuse des feuilles tentiforme tachetée. Un maximum d'environ 1 100 parasites a été produit par cage de 22 plantules. L'utilisation de cette méthode a permis la libération massive de *P. ornigis* pour la lutte biologique contre la mineuse des feuilles dans un verger expérimental à la station Jordan en Ontario. Les résultats de ces essais préliminaires sont encourageants. Des études par l'utilisation du prédateur de l'aphidé vert commun *Chrysopa carnea* comme agent de lutte biologique sont en cours. Des libérations massives de *C. carnea* se sont traduites par une suppression du puceron de la pomme dans les pommes naines et du tétranyque à deux points dans les pêches d'un milieu protégé.

Le nématode *Neoaplectana carpocapsae*, qui attaque plusieurs espèces de ravageurs, présente un intérêt considérable pour la lutte biologique. Un nouvel isolat de l'espèce a été obtenu à partir de spécimens morts du charançon de la carotte, *Listronotus oregonensis*. Les essais en laboratoire ont déjà montré que cet isolat pourrait être utilisé dans un programme de lutte intégrée contre les insectes tels que le charançon de la carotte. Des taux de mortalité aussi élevés que 90 ou 100 % ont été obtenus chez les charançons adultes placés en contact avec ce nématode.

Des équations ont été établies pour déterminer l'influence sur la production d'orge ou de blé de la densité et de la date d'émergence de la folle avoine par rapport à la céréale cultivée. Les résultats indiquent que, pour une densité donnée de folle avoine, plus celle-ci émerge tôt par rapport à la culture, plus le pourcentage de perte d'orge ou de blé est élevé. Par exemple, si 50 folles avoines émergent 5 jours avant le blé, la perte de rendement en blé est de 46 %; lorsque la folle avoine émerge 5 jours après le blé, cette perte est de 20 %. Ces études mettent en évidence l'importance d'une mise en état du terrain peu de temps avant l'ensemencement afin de détruire toute folle avoine qui y pousse et, ainsi, de donner à la culture un avantage concurrentiel par rapport à la mauvaise herbe.

D'après un modèle exhaustif de la relation hôte-parasite chez le bétail, il est maintenant possible d'interpréter l'impact des parasites hématophages sur l'efficacité de la production animale. Le modèle établit une limite de 84 % du potentiel d'efficacité de croissance chez tous les animaux immatures exposés aux infestations de toute combinaison d'espèces parmi les nombreux parasites diptères hématophages. La quantification de ce degré d'efficacité dans la production présente deux avantages économiques pour la gestion de la productivité du bétail en paissance. Une marge de 16 % du rendement potentiel définit le bénéfice économique minimal à pondérer par rapport au coût des mesures de lutte pour justifier les tentatives d'éliminer les parasites. Cette même marge de production de 16 % représente également la perte minimale de rendement acceptable pour justifier le principe d'une lutte intégrée contre les ravageurs par rapport à des mesures de lutte et à une éradication classique dans le cadre d'une stratégie de gestion du bétail en paissance.

L'immunité à médiation cellulaire est l'un des facteurs du développement d'une résistance acquise à l'hypodermose bovine chez les animaux âgés. Les leucocytes prélevés chez des animaux

and 88% for rutabagas were recorded. Major causes of loss were potato leafhopper for potatoes on mineral and organic soil; weeds and early blight for potatoes on organic soil; weeds, onion maggot, and leaf blight for onions; and cabbage maggot and weeds for rutabagas. Financial losses and cost of each pesticide program were calculated. The results illustrate the importance of effective pest control for the profitable production of potatoes, onions, and rutabagas in southwestern Ontario. In the absence of any effort to control pests, returns fell below the cost of production for all three crops. Failure to control even a single pest, such as potato leafhopper on potatoes, onion maggot on onions, or cabbage maggot on rutabagas, eliminated any hope of profits in some experimental plots.

Following the introduction and rapid colonization of the sevenspotted lady beetle (C7), a Eurasian species, in Nova Scotia, New Brunswick, and Prince Edward Island in 1982, populations as large as 12 000 per hectare have been found during the breeding period of the beetle, always in association with aphids. Large populations of C7 have been observed on legumes, cereals, corn, sorghum, weeds, salt marshes, bushes and trees—wherever aphids colonize—reducing potential aphid outbreaks to low numbers. Sevenspotted lady beetles have not eliminated any aphid population, nor have they displaced other lady beetles. They respond quickly to aphid increases, preventing crop damage. Because they require a limited number of aphids in a crop before reproduction and control begins, they are inefficient in preventing the spread of virus vectors. However, they become a part of the natural background environment, no husbandry is required, and they quickly respond to an increase in aphid numbers in most situations.

The ability to monitor the parasites and predators of insect pests will be essential to the implementation of integrated pest management programs that rely in part on natural enemies to control pest populations. Research compared the attractiveness of sticky traps of various colors to *Pholetesor ornigis*, a parasite of the important apple orchard pest *Phyllonorycter blancardella*. Yellow trap catches of *P. ornigis* have been found to reflect emergence and activity of this parasite very accurately during each of its three yearly adult flight periods. The trap is being deployed in commercial apple orchards to familiarize growers and extension personnel with the concept of monitoring beneficial insect activity.

Research has made progress in the development of biological controls for three important orchard pests, the spotted tentiform leafminer, *Phyllonorycter blancardella*, the apple aphid, *Aphis pomi*, and the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. A technique using potted apple seedlings was developed for the mass production of the braconid wasp, *Pholetesor ornigis*, the major parasite of the spotted tentiform leafminer. A maximum of approximately 1100 parasites were produced per cage of 22 seedlings. The utilization of this technique has enabled mass releases of *P. ornigis* for the biological control of the leafminer in an experimental apple orchard at Jordan Station, Ont. Results of these preliminary tests are encouraging. Studies on the utilization of the common green lacewing predator, *Chrysopa carnea*, as a biological control agent are in progress. Mass releases of *C. carnea* have resulted in a suppression of the apple aphid on dwarf apples and of the two-spotted spider mite on peaches in a protected environment.

The nematode *Neoaplectana carpocapsae*, which attacks several species of crop pests, is attracting considerable interest as a biological control. A new isolate of the species has been recovered from dead specimens of the carrot weevil, *Listronotus oregonensis*. Laboratory tests have already shown that this isolate offers potential for success as part of an integrated control program against insects such as the carrot weevil. Mortality rates as high as 90 or 100% have been obtained in weevil adults placed in contact with the nematode.

Equations have been developed for determining the influence on barley or wheat yield of wild oat density and timing of emergence in relation to the crop. The results indicate that for a given wild oat density, percentage of yield loss of barley or wheat is much greater the earlier the wild oat emerges in relation to the crop. For example, if 50 wild oats emerge 5 days before wheat, the wheat yield loss is 46%, whereas if they emerge 5 days after wheat, the yield loss is 20%. These studies highlight the importance of a tillage operation close to seeding in destroying any wild oats that are growing and thereby give the crop a competitive advantage over the weed.

On the basis of a comprehensive model of host-parasite regulation in cattle, it is now possible to interpret the impact of blood-feeding parasites on the efficiency of animal production. The model defines a limit of 84% of potential for efficiency of growth in all immature cattle exposed to infestations of any combination of species among the numerous dipterous blood-feeding parasites. Quantification of this level of efficiency in production provides two economic advantages in managing the productivity of cattle on pasture. A margin of 16% of potential efficiency of production defines the minimum economic benefit to be weighed against cost of controls to justify attempts to eradicate parasites. The same 16% margin of production also becomes the minimum loss in efficiency that must be accepted to justify the principle of integrated pest management against conventional controls and eradication in strategies for the management of cattle on pasture.

Cell-mediated immunity is a factor in the development of acquired resistance to cattle grubs in older animals. White blood cells collected from previously infested animals responded to stimulation with protein extracts obtained from larvae in an in vitro blastogenesis assay. On the other hand, white blood cells from animals infested for the first time did not respond. These results support the theory that animals acquire resistance slowly after several exposures to the parasite.

Field studies were conducted to determine yield losses caused by perennial sow-thistle in canola fields in Saskatchewan and Manitoba. Weed survey data indicated that perennial sow-thistle occurred in 39% of the canola fields but infested only 7% of the hectares surveyed. With the use of both the survey data and the yield loss equation, the average annual loss in canola yield was estimated to be 9.4 million kilograms in Saskatchewan and 6.1 million

Apple scab is the most serious disease of apples in eastern Canada.

La tavelure est la plus grave maladie de la pomme dans l'est du Canada.

déjà infestés ont répondu à une stimulation avec des extraits de protéine obtenus sur des larves dans un essai blastogénétique *in vitro*. Par contre, les leucocytes prélevés chez des animaux infestés pour la première fois n'ont pas répondu à ce traitement. Ces résultats viennent appuyer la théorie selon laquelle les animaux acquièrent lentement une résistance à l'hypodermose, après plusieurs expositions au parasite.

Des études ont été menées sur le terrain afin de déterminer les pertes de rendement causées par le laiteron des champs pérenne dans les champs de canola de la Saskatchewan et du Manitoba. Les relevés de mauvaises herbes indiquent que le laiteron se trouve dans 39 % des champs de colza, mais n'infeste que 7 % des hectares de terrain à l'étude. À l'aide de ces relevés et de l'équation de perte de rendement, la perte annuelle moyenne dans les champs de colza a été estimée à 9,4 millions de kg en Saskatchewan et à 6,1 millions de kg au Manitoba, ce qui représente respectivement 2,6 millions $ et 1,7 million $. Les données sur les pertes sont un critère important dans l'évaluation de la rentabilité des méthodes proposées pour la lutte contre les mauvaises herbes.

Une méthode de traçage du charançon de la prune adulte, *Conotrachelus nenuphar*, a été mise au point en collaboration avec le collège Macdonald. Les insectes adultes ont été tracés à l'aide de l'isotope radioactif zinc 65, qui a été incorporé à de la peinture appliquée sur le dos des insectes. Plus de la moitié des insectes marqués ont été recapturés. Pour la première fois, les déplacements du charançon dans les vergers ont pu être déterminés. Grâce à la meilleure connaissance du comportement de l'adulte, il sera maintenant possible d'améliorer les stratégies de lutte contre cet insecte très nuisible dans les vergers nord-américains.

La maladie X du pêcher, très répandue en Amérique du Nord, est considérée principalement comme une maladie des fruits à noyau. Les recherches ont montré que le mycoplasme qui cause la maladie peut infecter un grand nombre d'espèces de plantes herbacées réparties en 13 familles et que ce microbe pathogène est transmis par la cicadelle *Paraphlepsius irroratus*. La période d'incubation du pathogène dans les plantes varie de 25 à 57 jours selon l'espèce et atteint en moyenne, 32 jours, dans le vecteur. Des études en biologie des vecteurs ont montré que les nymphes de la cicadelle ont besoin d'herbacées pour leur développement, tandis que les adultes préfèrent certaines plantes dicotylédones. Plusieurs de ces plantes qui servent d'alimentation aux insectes adultes sont également vulnérables à la maladie X du pêcher. Ces espèces de plantes, que l'on trouve souvent dans les vergers de pêchers ou à proximité, pourraient servir de réservoirs naturels pour le pathogène et le vecteur. Le test immuno-enzymatique ELISA a été utilisé pour détecter les antigènes du mycoplasme dans diverses espèces de plantes infectées, telles que la carrote, le trèfle rouge et blanc, le chrysanthème et la quintefeuille.

Dans les vergers de la Colombie-Britannique, la cochenille de San José et la cochenille ostréiforme sont des parasites importants, surtout à cause des exigences de plusieurs marchés d'exportation d'outre-mer qui refusent les pommes porteuses de la cochenille de San José. Sur le fruit même, la cochenille ostréiforme est presque impossible à distinguer de la cochenille de San José. Le triage manuel visant à retirer les fruits infestés augmente considérablement les coûts d'empaquetage; il vaut donc mieux réduire les prix grâce à de meilleures mesures de lutte dans les vergers. Les méthodes de lutte actuelles ont été grandement améliorées grâce aux nouveaux insecticides, tels que le méthidathion organophosphate, mais comme cet insecticide est extrêmement toxique pour les acariens prédateurs, il ne doit pas être appliqué passée la phase en grappes serrées des bourgeons de pommes. La lutte contre la cochenille de San José aux stades mâle et rampeur a été améliorée grâce à un modèle de degré-jour qui permet de prédire la période d'émergence des mâles et des rampeurs et donc de procéder aux épandages au moment opportun afin d'obtenir un résultat optimal. Le modèle fait appel à des pièges à la phéromone pour les mâles et à des barrières collantes pour les rampeurs.

Un programme de lutte anti-parasitaire intégrée a été mis au point pour combattre la cicadelle de la vigne-vierge, un important ravageur de tous les vignobles de l'Okanagan. Le programme est basé sur l'utilisation d'un parasite hyménoptère indigène qui s'attaque aux œufs de la cicadelle, ainsi que sur un traitement sélectif et chronologiquement réglé contre la première et la deuxième couvées estivales des cicadelles nymphes et adultes. Les rosiers sont un hôte indigène de la cicadelle de la rose dont les œufs sont eux-mêmes un hôte hivernal pour le parasite. L'aménagement de plantations de rosiers sauvages ou cultivés n'ayant subi aucune pulvérisation dans les vignobles ainsi qu'à leur périphérie est essentiel pour s'assurer qu'une réinfestation parasitaire adéquate se fait au début de l'été de chaque année, étant donné que la cicadelle de la vigne-vierge n'hiverne pas à l'état d'œuf. Le programme intégré de lutte a permis de contrôler efficacement les cicadelles dans un vignoble commercial pendant 4 ans. Aucune pulvérisation n'a été nécessaire en 1983 ni en 1984, ce qui s'est traduit par des économies annuelles de 296 à 445 $/ha. En 1982, une pulvérisation foliaire unique a été faite et en 1981, une seule pulvérisation générale a été nécessaire, suivie d'une pulvérisation ponctuelle.

Le blanc, une maladie destructrice pour le concombre de serre causée par le champignon *Sphaerotheca fuliginea*, est particulièrement ennuyeux pour l'industrie étant donné qu'il acquiert rapidement une résistance aux pesticides. Un programme de tri extensif a permis d'identifier plusieurs agents de lutte biologique potentiels. L'un de ces agents, une levure (*Tilletiopsis* sp.), a fait l'objet d'essais exhaustifs tant en laboratoire que sur des concombres de serre à maturité en production. L'efficacité de cet organisme a été étudiée à diverses températures et sous plusieurs régimes d'humidité. Dans les serres, la levure a réduit de 5 à 6 fois l'occurrence du blanc, ce qui est un résultat excellent.

Un programme visant à déterminer les bénéfices écologiques et monétaires de la lutte biologique a été testé sur l'euphorbe feuillue. Ce programme doit étudier les mauvaises herbes en fonction de leur taxonomie, de leurs caractéristiques parasitaires, des conflits d'intérêt possibles (p. ex., l'euphorbe doit-elle être considérée comme une mauvaise herbe ou une culture), des stratégies de lutte biologique, des plantes d'essais proposées, et des éventuels agents de lutte biologique. Il devrait assurer que les projets sont appliqués seulement aux mauvaises herbes indésirables qui ne peuvent être contrôlées d'aucune autre façon. Dans le cas de l'euphorbe feuillue, une grosse infestation de 454 000 hectares de pâturage dans l'ouest du Canada et le Dakota du Nord, alliée à l'absence de mesures de lutte chimique sûre et économique dans la région, ont justifié les efforts consacrés à la lutte biologique. Cinq espèces d'insectes ont ainsi été déterminées et sont en cours d'évaluation sur le terrain.

Dans le cadre d'un programme de lutte anti-parasitaire intégrée, des méthodes sérologiques sont actuellement appliquées avec succès dans des études sur les relations prédateurs—proies. Des anti-sérums ont été préparés pour le carpocapse de la pomme (*Cydia pomonella*), la tordeuse orientale du pêcher (*Grapholitha molesta*), la tordeuse à bandes obliques (*Choristoneura rosaceana*) et la mineuse des feuilles tentiforme tachetée (*Phyllonorycter blancardella*). Ces anti-sérums sont utilisés pour déterminer si les insectes prédateurs se sont effectivement nourris de ces parasites et pour évaluer le nombre d'insectes de chacune de ces espèces qui ont été mangés. Cette information sert à évaluer le potentiel de lutte biologique des prédateurs naturels dans les vergers commerciaux. Un anti-sérum est également mis au point pour

kilograms in Manitoba, with a value of $2.6 million and $1.7 million, respectively. Yield loss data are important criteria in assessing the cost-effectiveness of proposed weed control methods.

A technique for tracing adults of the plum curculio, *Conotrachelus nenuphar*, was developed in collaboration with Macdonald College. Adults were traced using the radioactive isotope zinc 65, which was incorporated into paint applied on the insect's back. More than half the individuals traced were recaptured. For the first time, the curculio's movements in apple orchards could be followed. With a better knowledge of adult behavior, it will be possible to improve strategies for controlling this major pest of North American orchards.

Peach X-disease (PXD) occurs widely in North America and is considered mainly a disorder of stone fruits. Research showed that the mycoplasma which causes PXD can infect a large number of herbaceous plant species distributed in 13 families, and that the pathogen is transmitted by the leafhopper *Paraphlepsius irroratus*. The incubation period of the pathogen in plants ranges from 25 to 57 days, depending on the species, and in the vector averages 32 days. Studies in vector biology showed that the nymphs of the leafhopper require grasses for their development, whereas adults prefer certain dicotyledonous plants. Several of these food plants of adults are also susceptible to PXD. Such plant species, often present in or near peach orchards, could serve as natural reservoirs of the pathogen and the vector. The serological technique enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) was used to detect the mycoplasma antigens in various PXD-infected plant species, such as carrot, red and white clover, annual chrysanthemum, and cinquefoil.

In British Columbia orchards, San José scale and European fruit scale are serious pests, primarily because of requirements of several overseas export markets for apples free of San José scale. On apple fruit, European fruit scale is almost indistinguishable from San José scale. Hand sorting of fruit to remove scaly apples drastically increases fruit packaging costs, which can best be reduced through improved control measures in the orchard. Current control procedures have been improved greatly by new insecticides, such as the organophosphate methidathion, but because this insecticide is extremely toxic to predaceous mites, it should not be applied later than the tight-cluster stage of apple bud development. Control of the male and crawler stages of San José scale has been improved by using a degree-day model to predict the emergence period of the males and crawlers so that sprays can be timed to be optimally effective. The model uses pheromone traps for males and sticky-barrier traps for crawlers.

An integrated pest management program has been developed to control the Virginiacreeper leafhopper, a major pest in all Okanagan vineyards. The program is based on the use of a native hymenopterous parasite that attacks the leafhopper eggs and on a timed and selective insecticide treatment applied against the first and second summer broods of leafhopper nymphs and adults. Roses are a native host for the rose leafhopper, whose eggs are an overwintering host for the parasite. Unsprayed plantings of wild or cultivated roses within or around the perimeter of a vineyard are essential to ensure that adequate parasite reinfestation occurs in early summer of each year, because the Virginiacreeper leafhopper does not overwinter in the egg stage. The integrated program has effectively controlled leafhoppers in one commercial vineyard for 4 years. No sprays were required in 1983 or 1984, resulting in an annual saving of $296–$445/ha. In 1982, a one-time foliar spray was applied and in 1981, that spray plus a spot-spray were required.

Powdery mildew, a destructive disease of greenhouse cucumbers caused by the fungus *Sphaerotheca fuliginea*, is particularly troublesome to industry because it quickly develops resistance to pesticides. An extensive screening program has identified several potential biological control agents. One of these, a yeast (*Tilletiopsis* sp.), has been tested extensively both in the laboratory and on full-size, producing, greenhouse cucumbers. The efficacy of the organism was studied under various temperature and humidity regimes. Under greenhouse conditions, the yeast reduced powdery mildew five- to sixfold, achieving excellent control.

A format was developed for determining the ecological and financial benefits of biological weed control and it was tested on leafy spurge. This format examines potential weeds in terms of taxonomy, pest status, possible conflict of interest (i.e., should leafy spurge be considered a weed or a crop), biological control strategies, proposed test plants, and possible biological control agents. This system should ensure that projects are conducted only on undesirable weeds that cannot be controlled in any other way. In the case of leafy spurge, a large infestation of 454 000 hectares of rangeland in western Canada and North Dakota, coupled with a corresponding lack of economical, safe chemical control measures, warranted increased efforts in biological control. As a result, five species of insects have been screened and are being evaluated in the field.

As part of an integrated pest management program, serological procedures are being applied successfully in studies of predator–prey relationships. Antisera have been prepared for the codling moth (*Cydia pomonella*), oriental fruit moth (*Grapholitha molesta*), obliquebanded leafroller (*Choristoneura rosaceana*), and spotted tentiform leafminer (*Phyllonorycter blancardella*). These antisera are used to determine whether or not predaceous insects have fed on these pests and to estimate how many of each pest species have been eaten. The information is used to evaluate the biological control potential of naturally occurring predators in commercial orchards. An antiserum is also being developed for *Pholetesor ornigis*, an internal parasitoid of the spotted tentiform leafminer. This antiserum will be used to identify early instar leafminer larvae that have been parasitized by *P. ornigis*. Such identification would normally be very time consuming and would include dissection, mounting, and inspection using phase-contrast microscopy. The serological technique will reduce labor by at least one-half and has the added advantage of allowing specimens to be frozen for later processing.

The bertha armyworm (*Mamestra configurata*) is a serious pest of canola but its incidence, and thus its threat to the crop, is variable from year to year and location to location. As an early warning aid to producers and extension personnel, a monitoring system for predicting the abundance of the pest has been developed on the basis of results of a 6-year study. With the use of sex attractant traps to estimate populations of adults, a relationship has been established between these catches and larval abundance. This monitoring system will allow producers and extension personnel to predict the occurrence of damaging populations early enough to plan effective control measures and to avoid unneccessary pesticide applications.

Silhouette traps, sticky traps, and suction traps with and without dry-ice bait were evaluated for sampling populations of black flies that are pests of cattle in central Alberta. It was found that the dry-ice-baited silhouette trap was the most effective. The trap collected seven species of *Simulium*, of which approximately 80% were *S. arcticum*, the primary pest species of cattle in Alberta. The dry-ice-baited silhouette trap will provide a useful method for monitoring population densities of *S. arcticum* for studies to determine both the effect of weather on the flight activities of black flies and the economic threshold level for chemical control of adult black flies that attack cattle.

Pholetesor ornigis, un parasitoïde interne de la mineuse des feuilles tentiforme tachetée. Cet anti-sérum devrait servir à l'identification des larves de la mineuse qui ont été parasités par *P. ornigis* dans leurs premiers stades. Cette identification devrait normalement prendre beaucoup de temps et comprendre la dissection, le montage sur lame et l'inspection par microscopie en contraste de phase. La méthode sérologique permettra de réduire au moins de moitié le travail nécessaire et offre en plus l'avantage de permettre la congélation des spécimens pour un traitement ultérieur.

La légionnaire bertha (*Mamestra configurata*) est un dangereux parasite du canola, mais son apparition et, par conséquent, la menace qu'elle représente pour la culture, varie d'une année à l'autre et d'un endroit à l'autre. Pour aider les producteurs et le personnel d'extension à prévenir son apparition, un système de surveillance visant à prévoir l'abondance du parasite a été mis au point d'après les résultats d'une étude étendue sur 6 années. À l'aide de pièges avec attractifs sexuels destinés à évaluer le chiffre des populations d'adultes, un rapport a été établi entre les prises et l'abondance des larves. Ce système de surveillance permettra aux producteurs et au personnel d'extension de prédire assez tôt l'apparition de populations dangereuses pour mettre en place des mesures de lutte efficaces et éviter des applications inutiles de pesticides.

Des pièges silhouette, des pièges collants et des pièges à succion avec ou sans appât de glace sèche ont été évalués pour l'échantillonnage des populations de mouches noires qui s'attaquent au bétail dans le centre de l'Alberta. On a trouvé que le piège silhouette appâté à la glace sèche était le plus efficace. En effet, ce piège a permis de recueillir sept espèces de *Simulium*, dont environ 80 % consistaient en *S. arcticum*, principale espèce ravageuse du bétail en Alberta. Ce piège pourra donc servir à la surveillance de la densité des populations de *S. arcticum* dans les études visant à déterminer les effets météorologiques sur le vol des mouches noires et le seuil économique de la lutte chimique contre la mouche noire adulte qui s'attaque au bétail.

Un modèle degrés-jours pour la prévison de l'apparition de l'asticot rhizophage de la betterave à sucre, *Tetanops myopaeformis*, a été mis au point grâce à des études en laboratoire et sur le terrain. Cet insecte se trouve en Alberta, au Manitoba et dans l'ouest des États-Unis. Les dommages qu'il cause aux racines de la betterave à sucre en s'alimentant peuvent entraîner des pertes considérables. Les taux de survie des larves en hivernation ont été établis pour diverses températures constantes et une température de base de 8,6 °C a été déterminée pour leur développement. La prévision de l'apparition de l'insecte au printemps a été grandement améliorée grâce à l'utilisation d'un modèle degrés-jours plutôt que du calendrier, que l'on utilisait jusqu'à maintenant. La prévision précise de l'apparition de l'asticot rhizophage de la betterave à sucre permettra aux agriculteurs de surveiller leurs champs et d'appliquer des insecticides après-émergence, au moment optimal pour la lutte anti-parasitaire dans les régions où sont signalés des dommages imminents que pourrait causés cet insecte.

Des expériences ont montré qu'en utilisant la technique des radio-traceurs, il est possible de suivre l'évolution dans les plantes d'un pesticide et de ses produits de dégradation sous forme de résidu lié. Ces résidus non extractibles ne sont pas décelables avec les méthodes analytiques classiques. La formation de résidus liés dans plusieurs cultures, notamment le maïs, les haricots et les radis, a été démontrée pour un certain nombre de pesticides très courants, tels que atrazine, prométryne, carbofurane, perméthrine et deltaméthrine. La présence de tels résidus dans les cultures pourrait être dangereuse; ils peuvent en effet être libérés après digestion de la nourriture contaminée, être absorbés par les tissus corporels et devenir ainsi toxiques. Un modèle mathématique simplifié mis au point à partir des caractéristiques cinétiques de la dégradation de l'atrazine constituait une méthode idéale pour traiter la masse de données nécessaires à la caractérisation de l'ensemble des variables.

Services de soutien scientifique

Le principal objectif des services de soutien scientifique est de fournir à tous les chercheurs des statistiques, des données analytiques, des graphiques, des publications et tout autre service d'aide générale nécessaire au maintien de la qualité de la recherche et à l'accroissement de la productivité des opérations.

La recherche statistique est ainsi chargée de concevoir des expériences visant à utiliser efficacement les ressources matérielles limitées, d'analyser les données des expériences menées par les scientifiques de la Direction générale, de mettre à la disposition des chercheurs de la Direction générale le logiciel informatique et d'effectuer des recherches pour mettre au point de nouvelles méthodes statistiques en fonction des activités des chercheurs.

Les services d'appareillage spécialisé et d'analyse chimique aident les divers établissements de la Direction générale auxquels l'équipement et le personnel font défaut pour certaines analyses spécialisées. Parmi ces services spécialisés, mentionnons des analyses chimiques spéciales et la microscopie électronique.

Le service de multiplication des semences de la Direction générale est responsable de la multiplication et de la distribution des semences qui proviennent des cultivars de céréales, d'oléagineux et de plantes fourragères mises au point par les sélectionneurs de la Direction générale. Son travail comprend notamment la multiplication des semences issues de lignées expérimentales avancées en prévision d'une demande d'homologation; la production de semences de cultivars nouvellement homologués ou déjà existants et leur distribution; la conservation provenant d'obtenteurs de cultivars de céréales, d'oléagineux et de plantes fourragères; et l'exploitation d'une pépinière d'hiver dans le sud de la Californie à l'intention des sélectionneurs canadiens.

En plus des activités susmentionnées, une vaste gamme de services d'aide spécialisée sont offerts par la Direction générale de la recherche, notamment l'édition scientifique des textes destinés à paraître dans les publications du Ministère, l'édition et la production des textes pour les publications de la Direction générale, le traitement mécanographique des textes, le graphisme et la photographie pour les publications et les programmes, les services de communication de l'information sur les antiparasitaires, les services de recherches documentaires, la coordination des visites internationales touchant l'échange d'information scientifique et technique, et, enfin, les communications au sein de la Direction générale.

Réalisations

L'Inventaire des recherches agricoles canadiennes et le système de présentation des projets de la Direction générale de la recherche ont tous deux été mis à jour en 1984. L'Inventaire est accessible à l'ensemble de la communauté scientifique, tandis que l'accès au système de présentation des projets de la Direction générale est limité à son seul personnel.

Les six composantes du Système d'information sur la recherche dans le domaine des pesticides sont devenues pleinement opérationnelles en 1984. L'accès de la communauté internationale à la base de données a été testé et s'est révélé très efficace et hautement apprécié.

On a continué à offrir des services d'importation de parasites et de prédateurs pour le compte de la Direction générale de la recherche et le Service canadien des forêts. En 1984, il y a eu 14 envois contenant 250 000 spécimens de parasites et de prédateurs

A degree-day model for predicting the emergence of the sugarbeet root maggot, *Tetanops myopaeformis*, was developed in laboratory and field studies. This insect occurs in Alberta, Manitoba, and the western United States. Its feeding damage to sugarbeet roots can cause considerable loss in yield. Survival rates of the overwintering larvae were described for various constant temperatures, and a developmental base temperature of 8.6°C was determined. Prediction of emergence in the spring was greatly improved by the use of a degree-day model rather than by calendar dates, used historically. Accurate prediction of sugarbeet root maggot emergence will allow growers to monitor their fields and apply postemergent insecticides at the optimum time for control in areas where root maggot damage is imminent.

Experiments have shown that with the use of a radiotracer technique, it is possible to pursue the fate of a pesticide and its degradation products in their bound residue forms in plants. Such nonextractable residues are not detectable by conventional analytical methods. Bound residue formation in several crops including corn, beans, and radishes was demonstrated with a number of widely used pesticides, such as atrazine, prometryne, carbofuran, permethrin, and deltamethrin. The presence of such residues in crops could be harmful because they may be released after digestion of contaminated food and may become available for adsorption in the body tissue to express toxicity. A simplified mathematical model developed from the kinetics of degradation of atrazine provided an ideal method of handling the large amount of data required to characterize the variable field environment.

Scientific support services

The major objective of scientific support services is to provide all scientific researchers with statistical, analytical, graphics, publishing, and other general support services necessary to maintain the high quality of research findings and to improve productivity of operations.

Statistical research provides support by designing experiments to efficiently utilize limited material resources, by analyzing data obtained from experiments conducted by Branch scientists, by maintaining the computer software available to researchers within the Branch, and by conducting research leading to new statistical methodology appropriate to the activities of Branch researchers.

The instrumentation and analytical services provide support to Branch establishments that lack the equipment and personnel for sophisticated analyses. Included in these specialized services are nonroutine chemical analyses and electron microscopy.

A seed increase unit in the Branch is responsible for the increase and distribution of breeder seed of cereal, oilseed, and forage cultivars developed by plant breeders in the Branch. The work includes growing seed from advanced experimental lines in anticipation of licensing; producing seed of newly licensed and existing cultivars and distributing it; maintaining breeder seed of cereal, oilseed, and forage crop cultivars; and operating a winter nursery in southern California for Canadian plant breeders.

In addition to the above, a wide range of specialized support services are provided to the Research Branch, including scientific editing for Department publications; editing and production services for Branch publications; computerized text processing; graphic arts and photographic services for publications and programs; pesticide information liaison services; information retrieval services; coordination of international visits for the exchange of scientific and technical information; and communication within the Branch.

Accomplishments

The Inventory of Canadian Agricultural Research (ICAR) and the Research Branch project system were both updated in 1984. ICAR can be accessed by the entire research community, whereas access to the Branch project system is limited to Research Branch personnel.

All six components of the pesticide research information system (PRIS) became fully operational in 1984. International access to the data base has been tested and proven both highly feasible and desirable.

Service continued to be provided in the importation of parasites and predators for the Research Branch and the Canadian Forestry Service. In 1984, 14 shipments, consisting of 250 000 individual specimens of parasites and predators, were received from eight countries. The insects were used in four agricultural and three forestry projects. Sixteen shipments were sent from Ottawa for liberation or laboratory studies in six provinces. Eleven parasite and predator species and a total of 2069 individuals were used.

Research on various statistical problems led to the development of several new statistical methods, including a new nonparametric test for comparing sets of relationships. Studies of problems in cluster analyses resulted in a new theory for obtaining consensus among conflicting relationships. A new method that uses historical data to assess heterogeneity in experimental fields was used to obtain working rules for determining plot size and number of plots per block so that future experiments could be conducted in these fields in such a way that experimental precision is improved.

New methodology developed for the freeze-etch of biological specimens in conjunction with high-resolution scanning microscopy helped reveal the intracellular spatial geometry of segments of plants and microorganisms. New agronomic chemical standards were introduced for quality control applications by the international community. X-ray diffraction and infrared spectrometry methods were used to characterize minerals in relation to oil recovery from the tar sands of western Canada. Fast atom bombardment techniques in spectrometry were effective in determining molecular weights of unstable fungal extracts. Homonuclear and heteronuclear two-dimensional nuclear magnetic resonance was used extensively in the characterization of new fungal metabolites.

provenant de huit pays. Ces insectes ont été utilisés dans quatre projets en agriculture et trois projets en foresterie. Seize envois ont été expédiés d'Ottawa pour des lâchers d'insectes ou des études en laboratoire dans six provinces. Onze espèces de parasites et de prédateurs et un total de 2 069 spécimens ont été utilisés. La recherche sur divers problèmes statistiques a conduit à la mise au point de plusieurs nouvelles méthodes statistiques, notamment un nouveau test non paramétrique pour la comparaison des séries de relations. Il est ressorti de l'étude des problèmes des analyses en grappe une nouvelle théorie pour obtenir un consensus entre relations conflictuelles. Une nouvelle méthode faisant appel à des données chronologiques pour évaluer l'hétérogénéité des champs expérimentaux a été utilisée pour définir des règles de travail dans la détermination des dimensions des parcelles et du nombre de parcelles par bloc de façon que les futures expériences puissent être menées dans ces champs expérimentaux avec une meilleure précision expérimentale.

Une nouvelle méthodologie mise au point pour le cryodécapage des spécimens biologiques en conjonction avec la microscopie par balayage à haute résolution a permis de mieux définir la géométrie spatiale intracellulaire des segments de plantes et de micro-organismes. De nouvelles normes chimiques agronomiques ont été établies pour le contrôle de la qualité par la communauté internationale. Les spectrométries par diffraction des rayons-x à l'infrarouge ont été utilisées pour caractériser les minéraux par rapport à la récupération des hydrocarbures des sables bitumineux de l'Ouest canadien. Les techniques de bombardement avec des noyaux rapides en spectrométrie se sont révélées efficaces pour déterminer le poids moléculaire des extraits fongiques instables. La résonance magnétique nucléaire bidimensionnelle homonucléaire et hétéronucléaire a été de plus en plus utilisée dans la caractérisation de nouveaux métabolites fongiques.

ANIMAL PRODUCTIVITY RESEARCH

Cash receipts to farmers from the sale of livestock and livestock products in 1984 represented 48% of total farm cash receipts, of which cattle sales accounted for about 18% and dairy products, poultry, swine, and other animals for about 13, 7, 9, and 1% of the total, respectively.

Only about 10% of Canada's land mass is suitable for food production, and because of harsh climate, rugged topography, or type of soil, a large part of that land cannot be used for production of cereals, oilseeds, horticulture, or special crops. However, it can produce forages readily utilized by ruminants, which explains why beef and dairy production are important in this country. Canada also markets large quantities of feed grains (including 80% of cereals other than wheat and about 20% of wheat), oilseed meals, by-products, and crop and processing wastes through livestock.

The increasing demand in Canada for animal products is expected to continue. There also is a significant and growing export market for animal products and breeding stock, particularly swine and dairy cattle. Some trade occurs in beef and poultry. To meet these demands, Branch programs are focused on the selection and production of animals that are efficient converters of livestock feeds into high-quality animal products and on efficient feeding and management systems.

Beef

The beef production, processing, and marketing industry is extensive in Canada. From a beef cattle population of over 10 million head, beef is produced and processed in every province. Beef production requires about 45% of our agricultural land, provides a livelihood for about 100 000 producers, and creates large numbers of jobs in the processing, merchandising, and consumer sectors. The beef industry is oriented mainly to domestic consumption, and 93% of the beef consumed is produced in Canada. Beef is the largest single source of protein consumed, amounting to about 25% of the total.

Research on beef cattle is directed toward producing animals with high growth rates, excellent carcass quality, improved forage conversion rates, and better cold tolerance and adaptation to the harsh Canadian climate.

Least-cost rations are being developed that contain less grain and more forage products than present rations. Other nutritional research includes feeding systems for young cattle, rangeland management, and the development of new feeds from waste products. Toxic substances in feeds, poisonous plants, and transfer of pesticide residues through the food chain are special problems under study.

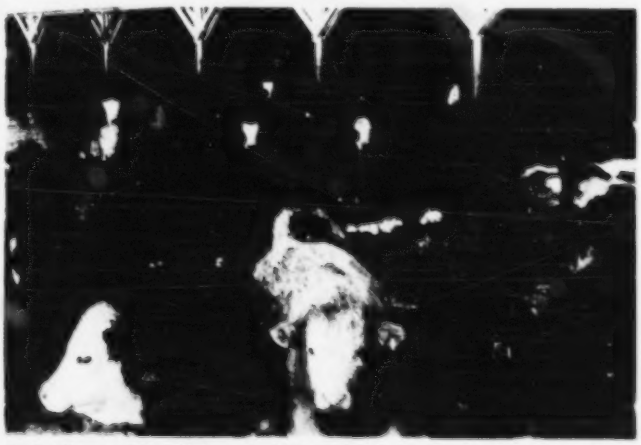
Researchers are attempting to improve the management of beef herds by developing systems for bringing breeding cows through the winter, reducing cold stress, improving pest control, and combining dairy and beef production. Research on beef cattle is complemented by studies on carcass handling and grading.

Accomplishments

A comparison made between purebred Holsteins and first-generation males from Holstein dams mated to Charolais, Simmental, or Limousin sires showed that the Holsteins gained 1.22 kilograms per day at 200–500 kilograms liveweight compared with 1.30 for the three crossbred groups. At a final weight of 500 kilograms, the Charolais had the largest rib-eye area (78.8 square centimetres) and the smallest proportion of carcass rib fat (19.2%), whereas the Holsteins had the smallest rib-eye area (60.4 square centimetres) and 21.8% rib-fat proportion. The Limousin crossbreds had the highest rib-fat proportion (23.7%) and exceeded the rib-eye area of the Holsteins by only 0.4%. Comparable values for the Simmental crossbreds were 74.4 square centimetres and 19.8%.

Location, year, and sex were identified as having substantial effects on the postweaning growth traits of three-way cross calves. For one measure of growth rate, feedlot daily gain, the sex difference averaged 25.6% (steers over females). The locations differed by 10%. The maximum difference between years was 8.1%. However, there were substantial interactions of location × year, sex × year, and sex × location for most of the traits recorded. These interactions were attributed to differences in feeding and management. The gradual increase in daily energy intake throughout the feeding period at one location inflated variation in the growth patterns and reduced the reliability of growth prediction procedures, compared with a feeding practice that attempted to maximize energy input at an early age. However, a feeding practice that resulted in more rapid growth appeared to be more appropriate for challenging the genetic potential for growth rate.

The administration of intraruminal selenium pellets to a herd of pregnant cows was evaluated as a means of controlling nutritional muscular dystrophy in calves in northern Ontario. This method of selenium dosing was effective in improving the selenium status of the progeny. During 3 consecutive years after these pellets were administered to cows, evidence of nutritional muscular dystrophy



In feedlot studies, differences in feeding and management were shown to affect growth rate of three-way-cross calves.

Au cours d'études dans des parcs d'engraissement, on a constaté qu'une variation des techniques d'alimentation et des conduites d'élevage influait sur le taux de croissance des veaux issus de croisement à trois races.

RECHERCHE SUR LA PRODUCTION ANIMALE

Les recettes agricoles en espèces tirées de la vente des animaux et de leurs produits représentaient, en 1984, 48 % des recettes agricoles totales en espèces. Environ 18 % de cette somme proviennent de la vente de bovins, 13 % des produits laitiers, 7 % de la volaille, 9 % des porcs et 1 % d'autres animaux.

Environ 10 % seulement de la superficie du Canada se prête à la production alimentaire et, à cause de la rigueur du climat, du relief accidenté ou du type de sol, une bonne partie de ces terres ne peuvent servir à la production des céréales et des oléagineux, à l'horticulture ou aux cultures spéciales. Elles peuvent toutefois produire du fourrage pour les ruminants, ce qui explique pourquoi l'élevage de bovins laitiers et de boucherie occupe une place importante au Canada. Notre pays met également sur le marché de grandes quantités de céréales fourragères, (y compris 80 % de céréales autres que le blé, et environ 20 % de blé) de tourteaux d'oléagineux, de sous-produits pour l'alimentation du bétail.

La demande croissante de produits animaux au Canada devrait se maintenir. On constate également une expansion marquée des marchés d'exportation des produits animaux et des sujets de reproduction, surtout chez les porcs et les bovins laitiers. Il y a aussi quelques échanges commerciaux dans les secteurs du bœuf et de la volaille. Pour satisfaire à ces demandes, la Direction générale axe ses programmes sur la sélection et la production d'animaux capables de transformer efficacement les aliments qu'ils consomment en viande de haute qualité, ainsi que sur la mise au point de systèmes d'alimentation et d'exploitation rentables.

Bovins de boucherie

Le secteur de la production, de la transformation et de la commercialisation du bœuf est très important au Canada. La population de bovins de boucherie dépasse 10 millions de têtes au pays et la production et la transformation se font dans toutes les provinces. Cette production mobilise environ 45 % des terres agricoles et constitue le gagne-pain d'environ 100 000 producteurs, sans compter les nombreux emplois qu'elle crée dans les secteurs de la transformation, de la commercialisation et de la consommation. L'industrie est orientée principalement vers la consommation domestique et 93 % du bœuf consommé au pays sont produits sur place. Le bœuf est la principale source de protéines consommées, soit environ 25 % du total.

La recherche sur les bovins de boucherie est axée sur la production de sujets qui affichent un bon taux de croissance, se distinguent par l'excellente qualité de leur carcasse, assimilent bien les fourrages et présentent une résistance supérieure au froid et une meilleure adaptation au rude climat canadien.

On cherche aussi à composer aux coûts les plus bas des rations contenant moins de grains et plus de produits fourragers que les rations actuelles. D'autres travaux sur la nutrition portent sur la mise au point de systèmes d'alimentation pour les jeunes bovins, la régie des pâturages et la fabrication de nouveaux aliments à partir de déchets. Les substances toxiques contaminant les aliments du bétail, les plantes vénéneuses et l'accumulation des résidus de pesticides dans la chaîne alimentaire font l'objet d'études spéciales.

Les chercheurs s'efforcent d'améliorer la conduite des troupeaux en mettant au point des systèmes qui permettront aux vaches de reproduction de mieux supporter les rigueurs de l'hiver et de résister aux effets du froid, en améliorant la lutte contre les insectes et en combinant la production de lait à celle de la viande. Ces travaux sont complétés par des études sur la manutention et le classement des carcasses.

Réalisations

Une comparaison entre les Holstein de race pure et les mâles de première génération provenant du croisement d'une génitrice Holstein et d'un géniteur Charolais, Simmental ou Limousin a montré que les Holstein pesant entre 200 et 500 kg ont gagné 1,22 kg par jour comparativement à 1,30 pour les trois groupes croisés. À un poids final de 500 kg, le Charolais présentait la plus grande superficie de faux-filet (78,8 cm^2) et la plus faible proportion de gras sur les côtes de la carcasse (19,2 %), tandis que les Holstein présentaient la plus petite superficie de faux-filet (60,4 cm^2) et une proportion de 21,8 % de gras sur les côtes. Les hybrides Limousin présentaient la plus forte proportion de gras sur les côtes (23,7 %) et ne dépassaient la superficie de faux-filet des Holstein que de 0,4 %. Les valeurs comparables pour les hybrides Simmental étaient de 74,4 cm^2 et de 19,8 %.

Le lieu, l'année et le sexe ont été déterminés comme ayant des effets considérables sur les traits de croissance postérieurs au sevrage des veaux de croisement triple. Pour une même mesure de la vitesse de croissance, le gain quotidien au parc d'engraissement, la différence entre les sexes atteignait en moyenne 25,6 % (bouvillons/femelles). La différence selon le lieu atteignait 10 %. La différence maximale selon les années était de 8,1 %. Toutefois, on a noté des interactions importantes lieu/année, sexe/année, et sexe/lieu pour la plupart des traits relevés. Ces interactions ont été attribuées aux différences dans l'alimentation et la gestion du bétail. L'augmentation graduelle de l'apport énergétique quotidien pendant la période d'alimentation en un même lieu a accentué la variation dans les configurations de croissance et réduit la fiabilité des méthodes de prévision de la croissance comparativement au mode d'alimentation qui tentait de maximiser l'apport énergétique à un stade plus hâtif. Toutefois, l'adoption d'un mode d'alimentation qui donne une croissance plus rapide s'est révélée plus appropriée pour profiter du potentiel génétique pour le taux de croissance.

L'administration de pastilles enrichies de sélénium dans le rumen de vaches en gestation a été évaluée comme moyen de combattre la dystrophie musculaire nutritionnelle chez les veaux dans le nord de l'Ontario. Cette méthode de dosage du sélénium a permis d'améliorer efficacement la teneur en sélénium de la progéniture. Trois années consécutives après l'administration de ces pastilles, aucune trace de dystrophie musculaire nutritionnelle n'a été détectée chez les veaux provenant de vaches traitées au sélénium, tandis que plusieurs veaux nés de vaches non traitées présentaient des symptômes cliniques de la maladie. L'administration dans le rumen de ces pastilles de sélénium aurait donc amélioré l'efficacité de la production bovine.

could not be detected in calves from selenium-dosed cows, whereas several calves born to untreated cows showed clinical symptoms of nutritional muscular dystrophy. Intraruminal administration of selenium pellets should therefore improve efficiency of beef production.

Researchers determined the effect of supplementing four widely different rations for finishing steers with 0, 2, and 4% acidulated fatty acids (AFA), a high energy by-product in the manufacture of canola oil. With all rations, the addition of 2% AFA, by weight, increased rate of gain by 10%, improved feed efficiency by 7.7%, increased percentage of A1 and A2 grades from 87 to 92%, and increased returns to labor. Feeding 4% AFA produced results intermediate to those obtained at 0 and 2% and reduced return to labor compared with 2% AFA. A wide variation in response occurred among rations. Under the conditions of this experiment, there was no economic advantage in supplementing either grain- or silage-based rations with AFA, but there was a marked response when ground hay rations were supplemented.

The effects of the growth-promoting implants Ralgro® (36 milligrams of zeranol) and Synovex H® (200 milligrams of testosterone and 20 milligrams of estradiol benzoate) singly and in combination were compared for finishing beef heifers. Results of this test indicate that the use of growth-promoting implants increases the weight at which cattle attain a proper degree of finish. However, on the lowest energy ration, although implanted cattle were heavier, they were not as well finished when shipped, with the result that carcasses of implanted cattle were less valuable than those of unimplanted cattle.

Dairy

Milk and milk products account for 13% of the total farm cash income earned by Canadian farmers. The national dairy herd is about 1.7 million mature cows. About one-third of the total milk supply is sold as fluid milk and the remaining two-thirds goes into manufacturing. About half the manufactured milk is for butter production and about one-third for cheese.

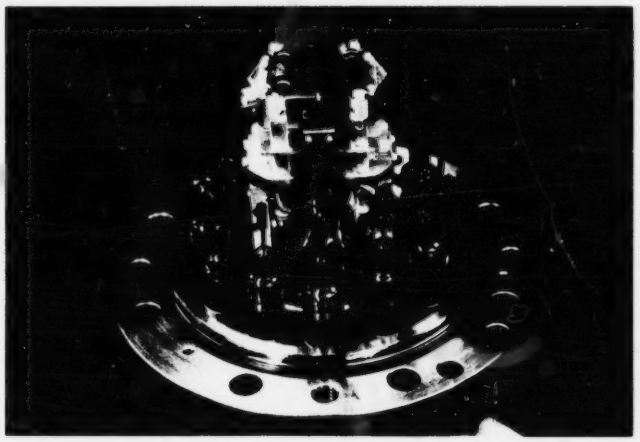
Because of the excellent reputation of Canadian dairy cattle, Canada has a substantial export market in dairy cattle semen and dairy products. This export market has been increasing, particularly for semen. It is expected that as the technology develops, an export market will develop for embryos. Canadian companies are already active in the application of this new technology.

The Research Branch has established three specific goals: to improve the genetic potential of dairy cattle through breeding, to increase production efficiency through improved feeding practices, and to improve the use of dairy products through processing. At the same time, the research program helps to adapt and apply advanced technology such as embryo transplants.

Accomplishments

Under the national cooperative dairy cattle breeding project, results from first-generation crosses between the Holstein H line and the Ayshire-based A line have shown that crossbreds are superior to Holsteins for calving ease, live birth rate, survival both as heifers and first-lactation cows, resistance to mastitis, and steer carcass quality. A-line cattle were equal to or slightly better than crossbreds for calving ease and live birth rate. Growth and lactation performance over two lactations of crossbreds from H-line sires and A-line dams almost equalled Holsteins and was intermediate for crossbreds from A-line sires and H-line dams.

Studies on the phenotypic and genetic relationships among udder measurements, milking speed, milk yield, and subclinical mastitis as measured by the California Mastitis Test (CMT) score



A mass spectrometer is used to measure ions of copper 65, a stable isotope, generated from samples of a volatile copper compound in studies on the absorption of dietary copper by dairy cattle.

Un spectromètre de masse est utilisé pour mesurer les ions de cuivre 65, un isotope stable, provenant des échantillons d'un composé volatil de cuivre utilisé au cours d'études sur l'absorption du cuivre alimentaire chez les bovins laitiers.

revealed that high-producing cows milked more quickly, had a lower CMT score, and had udders closer to the ground than low-producing cows. Heritability estimates of udder measurements, milking speed, and milk yield were moderate, and selection to alter these traits would probably succeed. The essentially zero heritability of the CMT score suggests that direct or indirect selection to alter this trait would be ineffective.

A standard in vitro method for determining the amount of bypass protein, using stable rumen proteolytic enzymes, was developed and tested for the routine laboratory determination of rumen degradability of feed proteins. A variety of feed proteins were tested. For the rates of degradation measured, the feed proteins ranked in the same order as rates obtained with the more elaborate in vivo methods. Proteolytic enzymes from rumen organisms instead of from nonrumen sources can be used. The enzyme can be easily prepared and stored in powder form for over a year, and the availability of such a preparation allows results from various laboratories to be compared easily.

Feed proteins treated with formaldehyde have been used successfully in Australia to improve dietary protein utilization for wool growth in sheep. However, application of this technique to protein fed to dairy cattle has generally not led to increased milk production. Researchers have recently found that treatment of soybean protein with formaldehyde to achieve the necessary bypass characteristics alters the amino acid pattern of the proteins as estimated by analysis after acid hydrolysis. The amino acids most affected are tyrosine and lysine, both of which are essential for milk protein synthesis. At the level of formaldehyde normally used to protect dietary proteins from rumen degradation, approximately 20% of lysine and tyrosine are destroyed. In addition, the destruction of amino acids would offset any beneficial effect from the prevention of protein degradation in the rumen. Therefore, alternative methods of producing bypass protein are being developed.

Although copper deficiency in ruminants is a significant problem in many countries, there is a lack of information about dietary copper absorption for cattle. In spite of the need for this information, suitable investigative techniques have not been available. Two new methods of determining copper absorption have been devel-

Les chercheurs ont évalué l'effet de compléter quatre rations très différentes destinées aux bouvillons de finition avec 0, 2 et 4 % d'acides gras acidulés (AFA), un sous-produit à haut niveau d'énergie de la fabrication de l'huile de canola. Dans toutes les rations, l'addition de 2 % de AFA, en poids, a augmenté le taux de gain de 10 %, l'indice de consommation de 7,7 %, le pourcentage de degré d'engraissement A1 et A2 de 87 à 92 %, tout en augmentant également la rémunération du travail. L'addition de 4 % de AFA a donné des résultats intermédiaires à ceux obtenus avec 0 et 2 % et a réduit la rémunération du travail comparativement à l'addition de 2 %. Les variations observées entre les rations ont été importantes. Dans les conditions de cette expérience, l'addition de AFA aux rations à base de grains ou de fourrages ensilés ne présentait aucun avantage économique, mais a donné une réponse marquée dans les rations de foin moulu.

Les effets de l'implantation des stimulateurs de croissance Ralgro® (36 milligrammes de zéranol) et de Synovex H® (200 milligrammes de testostérone et 20 milligrammes de benzoate d'estradiol) seuls ou combinés ont été comparés dans l'engraissement des génisses. Les résultats indiquent que l'utilisation de stimulateurs de croissance implantés augmente le poids auquel le bétail atteint un degré d'engraissement approprié. Toutefois, les bovins implantés nourris avec la ration la moins enrichie, bien qu'ils fassent plus lourd, n'étaient pas aussi bien engraissés à la livraison et leurs carcasses avaient moins de valeur que celles des bovins non implantés.

Bovins laitiers

L'industrie laitière rapporte aux agriculteurs canadiens 13 % de leurs recettes totales. Le cheptel laitier national compte approximativement 1,7 million de vaches. Près du tiers de la production nationale va à la consommation en frais et le reste, à la transformation. Presque la moitié du lait de transformation est destiné aux beurreries et un tiers aux fromageries.

Si le Canada s'est taillé un marché d'exportation important pour la semence bovine et les produits laitiers, il le doit surtout à l'excellente réputation de ses bovins laitiers. Ce marché est en croissance constante, surtout pour la semence. Les progrès techniques devraient aussi nous ouvrir un marché extérieur pour les embryons. Déjà, des entreprises canadiennes s'emploient à tirer partie de cette nouvelle technologie.

La Direction générale de la recherche s'est fixée trois buts précis : travailler à l'amélioration génétique des bovins laitiers, accroître le rendement du cheptel en perfectionnant les techniques d'alimentation et augmenter l'utilisation des produits laitiers en les transformant. Le programme vise aussi à faciliter l'adaptation et l'application des techniques modernes, notamment celle de la transplantation des embryons.

Réalisations

Les résultats des expériences de croisement de première génération entre la race Holstein H et la lignée Ayrshire A effectuées dans le cadre du projet national coopératif d'amélioration des bovins laitiers ont montré que les hybrides sont supérieurs à la lignée pure Holstein pour ce qui est de la facilité à vêler, du taux de naissances vivantes, de la survie tant des génisses que des vaches en première lactation, de la résistance à la mammite, et de la qualité de la carcasse du bouvillon. Les bêtes de lignée A affichaient des résultats égaux ou légèrement supérieurs à ceux des hybrides pour ce qui est de la facilité à vêler et du taux de naissances vivantes. La croissance et le rendement de lactation sur deux lactations des hybrides provenant du croisement de géniteurs mâles de lignée H et de femelles de lignée A égalaient presque ceux des Holstein et étaient intermédiaires dans le cas des croisements de géniteurs mâles de lignée A et de géniteurs femelles de lignée H.

Les études sur les relations phénotypiques et génétiques entre les mensurations des pis, la vitesse de traite, le rendement laitier et les mammites inapparentes mesurées au moyen de la cote obtenue lors du test californien de dépistage de la mammite ont révélé que les bonnes laitières se caractérisaient par une vitesse de traite plus rapide, l'obtention de cotes plus basses lors du test californien de dépistage des mammites et des pis plus près de terre que les vaches à faible production. L'estimation du caractère héréditaire des mensurations des pis, de la vitesse de traite et du rendement laitier a donné des résultats modérés et la sélection visant à modifier ces traits réussirait probablement. L'héritabilité pratiquement nulle des cotes obtenus lors du test de dépistage californien suggère qu'une sélection directe ou indirecte visant à modifier ce trait serait inefficace.

Une méthode *in vitro* normalisée pour déterminer la quantité de protéines laissées intactes par les micro-organismes du rumen à l'aide d'enzymes protéolytiques stables du rumen a été mis au point et testée en vue de la détermination en laboratoire de la dégradabilité des protéines alimentaires dans le rumen. Diverses protéines alimentaires ont été testées. Pour les taux de dégradation mesurés, les protéines alimentaires ont été classées dans le même ordre que pour les taux obtenus avec les méthodes *in vivo* plus élaborées. Les enzymes protéolytiques provenant des organismes du rumen au lieu d'autres sources peuvent être utilisées; ces enzymes peuvent être facilement préparées et stockées en poudre pendant plus d'un an. La commodité de cette préparation permet de comparer facilement les résultats obtenus dans divers laboratoires.

Des protéines alimentaires traitées au formol ont été utilisées avec succès en Australie pour l'amélioration de l'utilisation des protéines alimentaires dans la croissance de la laine chez les moutons. Toutefois, l'utilisation de ces protéines dans les rations données aux bovins laitiers n'a généralement pas accru la production laitière. Les chercheurs ont récemment découvert que le traitement au formol des protéines de soja dans le but d'obtenir les caractéristiques nécessaires modifie l'ordre des acides aminés des protéines tel qu'estimé par l'analyse après hydrolyse acide. Les acides aminés les plus perturbés sont la tyrosine et la lysine, toutes deux essentielles à la synthèse protéinique du lait. À la dose de formol normalement utilisée pour protéger les protéines alimentaires contre la dégradation dans le rumen, environ 20 % de la lysine et de la tyrosine sont détruits. En outre, la destruction des acides aminés annulerait tout effet bénéfique de la prévention de la dégradation des protéines dans le rumen. C'est pourquoi les chercheurs tentent de mettre au point de nouvelles méthodes destinées à produire des protéines laissées intactes par les micro-organismes du rumen.

Bien que la carence en cuivre chez les ruminants soit un problème important dans de nombreux pays, on manque d'information sur l'absorption du cuivre alimentaire par les bovins. Malgré le besoin d'information à ce sujet, on ne dispose d'aucune technique de recherche convenable. Deux nouvelles méthodes permettant de déterminer l'absorption du cuivre ont été mises au point : les deux font appel à des techniques de traçage au cuivre 65, un isotope stable. Dans un essai sur des vaches laitières, les taux mesurés d'absorption du cuivre à l'aide des deux méthodes correspondaient bien.

Porcs

La consommation nationale annuelle de porcs représente environ les trois quarts de celle du bœuf et les ventes de porcs représentent 9 % des recettes à la ferme. L'élevage, basé sur les

oped; both are tracer techniques in which copper 65, a stable isotope, is used. In a trial with dairy cows, measured rates of copper absorption showed good agreement between the two methods.

Swine

Domestic consumption of pork is about three-quarters that of beef, and sales of live hogs for slaughter account for 9% of farm cash receipts. Production is based on cereal grains and oilseed proteins, and so it provides a market for some 2.8 million tonnes of feed grains and 0.5 million tonnes of soybeans. Slaughter, processing, and marketing of pork employ about 12 000 persons.

Although production is currently keeping pace with domestic demand, there is excellent opportunity for growth of exports to the United States and to the Pacific rim, especially Japan. To maintain these markets, the already high quality of Canadian pork products must be improved while increasing the efficiency of production.

Better production systems have been identified by industry as an urgent need. This requires the improvement of reproductive performance under intensive management conditions. Solutions are being sought through research to provide better nutrition for sows and young pigs, as well as information on the physiology of reproduction. Higher carcass quality, faster growth rate, and greater knowledge of the nutritional value of Canadian feeds are major aims of the research program. In research on utilization, better techniques for processing and preserving pork are being studied. The in-house research program is supplemented by studies done under contract.

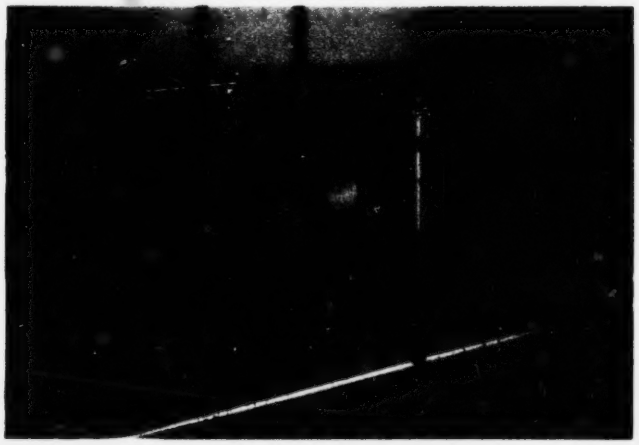
Accomplishments

Studies have shown that the compound cloprostenol, a commercially available analogue of prostaglandin $F_{2\alpha}$, successfully induced farrowing when administered at the recommended dosage or at 70% of the recommended dosage. The treatment did not adversely affect the rate of stillbirths or the incidence of postpartum fever among the sows.

Researchers have determined the effects of birth weight, litter size, parity, and teat location on piglet growth from birth to weaning. Results showed a low positive correlation between weaning weight and birth weight and litter size. Piglets from third-parity sows were heavier at weaning than piglets from second- and fourth-parity sows. Teat location also had a significant effect on weaning weight, and this was specific to the breed of dam. In Yorkshire sows, piglets suckling the first teat were heavier at weaning than piglets suckling all other teats. There was no difference in weaning weight for piglets suckling the penultimate teat. In Yorkshire × Lacombe sows, piglets suckling the first two teats were of similar weight and heavier than all other piglets. Piglets suckling the second teat declined in weaning weight compared with those suckling the last two teats.

Researchers have determined the effects of diet, sex type, and litter on market pig performance. Growth rates, efficiency of feed conversion, and carcass measurements were evaluated from 48 trios (littermate boar, castrate, and gilt) of crossbred pigs. The pigs were fed from 22 to 90 kilograms average liveweight on two different diets: either a standard record of performance (ROP) test station diet or one that is used commercially. Results indicated that growth rates and efficiency of feed conversion were higher with the ROP diet. However, carcass measurements did not reflect any differences in diet. Castrates had the highest rates of daily intake and growth, but boars were the most efficient and produced the leanest carcasses. Significant effects on the litter were also evident for both growth and carcass measurements.

Straw bedding is thought to contribute to the comfort of confined pigs, and the lack of bedding in many modern production



A selection experiment that allows pigs free access to bedded and unbedded areas is used to evaluate the importance of straw to pig comfort.

Une expérience de sélection, où les porcs ont libre accès à des loges avec et sans litière, est utile pour évaluer l'importance de la paille pour le confort du porc.

units has been criticized from the point of view of animal welfare. Research has shown that growing pigs strongly select bedded resting areas at low ambient temperatures, but prefer to rest on bare concrete rather than on straw at higher temperatures. When they are active, pigs at either temperature explore and chew the straw and correspondingly chew less on penmates' tails and ears.

A 3-year evaluation of an open-front pig barn showed that pigs reared in the open-front barn took 14 days longer to reach market weight, but consumed similar amounts of feed compared with conventionally reared pigs.

Feeding liquid whey to growing pigs is a good way of reducing feeding costs and helping cheese manufacturers dispose of a by-product of cheesemaking. A 3-year study carried out on a commercial pig farm showed that liquid whey could replace 28% of the swine ration on a dry-matter basis. In comparison with pigs having unlimited access to meal in a hopper, whey-fed pigs recorded 3.6% superior daily gain and 4.6% better feed efficiency. The use of whey therefore reduced feeding costs.

A new guide illustrating the relationship between color and structure of pork muscle as related to quality has been developed. This pamphlet has been enthusiastically received in the meat industry by graders, processors, retailers, consumers, and exporters. The new guide is also being translated into Japanese, because Japan is a major consumer of Canadian pork. The standards are also being used by industry and Agriculture Canada to complete a survey of incidence of the PSE (pale soft exudative) condition in Canadian pigs and the economic implications to our export markets.

Poultry

Poultry production in Canada is domestically oriented and is distributed across the country, close to large population centers. The slaughter and processing of poultry create an important secondary industry.

In research, the emphasis is currently directed toward improvement of eggshell quality, improvement of the reproductive performance of meat-type birds, and determination of the amount of fat cover on meat-type birds that best suits both producers and consumers. Other areas of interest include development of the following: better breeding techniques and feeding systems; management tech-

céréales et les protéines d'oléagineux, permet aussi d'écouler quelque 2,8 millions de tonnes de céréales fourragères et 0,5 million de tonnes de soja. Les secteurs de l'abattage, de la transformation et de la commercialisation du porc emploient environ 12 000 personnes.

Bien qu'actuellement la production s'ajuste au rythme de la demande nationale, il existe un excellent potentiel d'expansion des exportations vers les États-Unis et le bassin du Pacifique, notamment le Japon. Pour conserver ces marchés, nous devons améliorer la qualité déjà élevée des produits canadiens tout en augmentant la productivité.

Les éleveurs de porcs ont souligné l'urgence de mettre au point de meilleurs systèmes de production. Cela suppose l'amélioration des aptitudes à la reproduction en conditions d'élevage intensif. La recherche tente d'apporter des solutions améliorant la nutrition de la truie et du porcelet et en approfondissant nos connaissances sur la physiologie de la reproduction. Parmi les principaux objectifs du programme de recherches, mentionnons l'obtention de carcasses de qualité supérieure, l'accélération de la croissance et une meilleure connaissance de la valeur nutritive des aliments pour le bétail produits au Canada. En ce qui concerne l'utilisation du porc, de meilleures techniques de transformation et de conservation sont à l'étude. Le programme de recherches de la Direction générale est complété par des études effectuées à contrat.

Réalisations

Des études ont montré que le composé cloprosténol, un analogue de la prostaglandine $F_{2\alpha}$ disponible sur le marché, a provoqué avec succès la mise bas chez les truies lorsqu'il est administré au dosage recommandé ou à 70 % du dosage recommandé. Le traitement n'a eu aucun effet négatif sur le taux de mortinaissance ou l'incidence de la fièvre puerpérale chez les truies.

Les chercheurs ont déterminé les effets du poids à la naissance, de la taille de la portée, de la parturition et de l'ordre de tétée sur la croissance des cochonnets, de la naissance au sevrage. D'après les résultats obtenus, il semble y avoir une faible corrélation positive entre le poids au sevrage et le poids à la naissance et la taille de la portée. Les cochonnets des truies de troisième parturition étaient plus lourds au sevrage que ceux des truies de deuxième et de quatrième parturitions. L'ordre de tétée a également eu un effet significatif sur le poids au sevrage et cela était spécifique à la race du géniteur femelle. Chez les truies Yorkshire, les cochonnets qui tétaient la première tétine étaient plus lourds au sevrage que ceux qui tétaient les autres tétines. Il n'y avait aucune différence dans le poids au sevrage chez les cochonnets qui tétaient l'avant-dernière tétine. Chez les truies issues du croisement Yorkshire × Lacombe, les cochonnets qui tétaient les deux premières tétines avaient un poids semblable et étaient plus lourds que les autres cochonnets. Ceux qui tétaient la deuxième tétine ont vu leur poids au sevrage baisser, comparativement à celui des cochonnets qui tétaient les deux dernières tétines.

Les chercheurs ont déterminé les effets du régime alimentaire, du type sexuel et de la portée sur le rendement des porcs de marché. Le taux de croissance, l'indice de consommation et les mensurations de la carcasse ont été évalués chez 48 trios (verrat compagnon de portée, castrat et cochette) de porcs hybrides. À partir d'un poids vif moyen de 22 kg jusqu'à 90 kg, les porcs ont été nourris selon deux régimes différents, soit le régime standard de la station de contrôle d'aptitude des porcs et le régime utilisé commercialement. Les résultats indiquent que le taux de croissance et l'indice de consommation étaient supérieurs avec le régime de la station de contrôle d'aptitude, mais les mensurations des carcasses n'ont rien révélé. Les castrats affichaient les taux les plus élevés d'absorption des aliments et de croissance quotidiennes, mais ce sont les verrats qui ont donné le meilleur rendement et ont produit les carcasses les plus maigres. La portée a également eu des effets significatifs tant sur la croissance que sur les mensurations de la carcasse.

On pense que la litière de paille contribue au confort des porcs en claustration. L'absence de litière dans de nombreuses exploitations modernes a été critiquée du point de vue du bien-être des animaux. La recherche a montré que les porcs en croissance préfèrent fortement les aires de repos avec litière, à basse température ambiante, mais préfèrent le béton à nu plutôt qu'une litière de paille lorsque les températures sont élevées. Lorsqu'ils sont actifs, les porcs fouillent et mâchent la paille quelle que soit la température et, par conséquent, mâchent moins la queue et les oreilles de leurs compagnons.

L'évaluation répartie sur 3 ans d'une porcherie à façade ouverte a révélé que les porcs élevés dans ce genre d'établissement atteignaient le poids du marché 14 jours après les autres, mais consommaient des quantités similaires d'aliments, à comparer aux porcs élevés de façon traditionnelle.

L'alimentation au petit lait liquide du porc en croissance est une bonne façon de réduire les coûts de l'alimentation et d'aider les fromagers à éliminer leurs sous-produits. Trois années d'études menées dans une exploitation commerciale ont montré que le petit lait liquide pouvait remplacer 28 % de la ration des porcs en matières sèches. Comparativement aux porcs ayant un accès illimité au tourteau dans une trémie, les porcs nourris au petit lait ont affiché des gains quotidiens supérieurs de 3,6 % et un indice de consommation supérieur de 4,6 %. L'utilisation de petit lait permet donc de réduire les coûts de l'alimentation.

Un nouveau guide illustrant le rapport entre la couleur et la structure des muscles du porc en relation avec la qualité a été publié. Cette brochure a reçu un accueil enthousiaste dans l'industrie de la boucherie de la part des classificateurs, des transformateurs, des détaillants, des consommateurs et des exportateurs. Le nouveau guide a également été traduit en japonais, étant donné que le Japon est un des principaux consommateurs de porcs canadiens. Ces normes ont également été utilisées par l'industrie et par Agriculture Canada pour mener une étude sur l'incidence de la cote PSE (viande pâle, molle et exsudative) chez les porcs canadiens et ses implications économiques pour nos marchés d'exportation.

Volaille

Au Canada, la production avicole est orientée vers la consommation intérieure et les élevages se situent près des grands centres urbains. L'abattage et la transformation des volailles constituent un important secteur industriel secondaire.

Les recherches en cours visent à améliorer la qualité de la coquille des œufs et à accroître les aptitudes à la reproduction de la volaille de chair, ainsi qu'à déterminer quelle proportion de gras, chez cette dernière, répond le mieux aux besoins du producteur et du consommateur. Parmi les autres buts poursuivis figurent notamment la mise au point de meilleures techniques d'élevage et d'engraissement, l'élaboration de méthodes d'exploitation permettant une plus grande économie de main-d'œuvre et d'énergie, et la conception de systèmes efficaces d'éclairage et de logement des troupeaux de ponte et de chair adaptés aux conditions climatiques canadiennes.

Réalisations

Des études de sélection à long terme sur les troupeaux de pondeuses ont permis de mettre au point des techniques pour améliorer la production des œufs et d'autres caractéristiques importantes des souches pures et, plus récemment, des méthodes appropriées pour croiser les diverses souches afin d'accroître la production. Des sujets de ponte commerciaux sont obtenus par croisement

niques that reduce labor and energy requirements; and efficient lighting and housing systems for both egg and meat stocks under Canadian conditions.

Accomplishments

Long-term selection studies with poultry-egg stocks have resulted in the development of methods for improving egg production and other important traits in pure strains and, more recently, of appropriate ways of crossing strains to achieve high production. Commercial egg stocks are obtained by crossing two or more strains (or breeds) to take advantage of the increases in performance due to heterosis (hybrid vigor) and to combine the desirable characteristics of the strains. For egg production, two-way crosses have the highest heterosis and consequently achieve the best production levels. Three-way crosses have about 84% of the heterosis for egg production and four-way crosses, about 50%. Therefore, little benefit is attained from breeding schemes that involve crosses among more than three strains; in three-way crosses the female parent should be the hybrid.

Dietary and management systems that adequately reduce egg size in dwarf maternal meat-breeder genotypes have been developed. Egg size can be reduced by the following methods: lowering the level of feed restriction relative to the normal genotype; delaying the extension of daylength from 8 hours to 12 hours until 140 days of age; feeding breeders a high-protein (17 versus 15%) diet; and deleting canola meal from diets used during the rearing and adult periods.

Nutrition-management studies demonstrated that feeding dibasic calcium phosphate to roasters free-choice tended to increase mortality and leg abnormalities and reduce growth and mean monetary returns. Results also indicated that roasters can be reared more successfully with an all-mash diet rather than with a crumbled–pelleted diet. Roasters fed an all-mash diet exhibited a significant reduction in total leg abnormalities, particularly in tibial dyschondraplasia, and provided a significantly increased mean monetary return, compared with roasters fed the same diet in crumbled–pelleted form.

A series of experiments has shown that the incidence of leg disorders in broilers is affected by the ratio of lysine to arginine in the diet. Chickens fed diets with the high lysine-to-arginine ratio of 1.50:1, created by the addition of an abnormally high level of lysine, had a higher incidence of leg disorders than chickens fed control diets. The control diets contained abnormally high levels of both lysine and arginine, in the ratio of 0.92:1. This effect was observed at two levels of dietary protein (18 and 23%). The high ratio of lysine to arginine in the test diet was therefore responsible for the leg problems rather than the high level of dietary lysine per se, which was provided by both the test and the control diets.

Eggshell quality directly influences shell breakage as eggs are moved from the hen to the consumer. Results indicate that the relationships between shell breakage and the specific gravity, nondestructive deformation, or compression fracture strength of the egg are similar. These three parameters are the most frequently used indicators for estimating shell quality by commercial poultry-breeding organizations. Even though shell thickness is a major factor influencing shell quality, a proportion of the shells from hens that consistently produced thick shells broke as their eggs were passed through egg washing, candling, and sorting equipment. The design of egg-handling equipment should therefore be considered a significant factor in studies of shell breakage.

Excessive fatness in broiler chickens costs the producer extra feed and is disliked by consumers. Fatness was therefore compared between a broiler strain representative of the mid 1950s and a modern strain. There was little difference in fatness between these two types when compared on the basis of common body weight. Consequently, the excessive fatness observed in modern broiler chickens does not appear to have been caused by genetic changes in broiler stocks. To increase feed efficiency and hence reduce fatness in modern broiler stocks, primary breeders carry out tests at specified ages, despite differences among chickens in size and weight gained during the test period. Research results indicate that feed efficiency is inflated for slower-growing chickens and deflated for faster-growing chickens when tests are performed on an age-constant basis. Weight-constant tests, however, although more desirable, are impractical. Therefore, results obtained through age-constant tests should be adjusted for the size of chickens tested, in order to properly reflect their feed efficiency.

An evaluation of the amount of meat in broiler chickens is fundamental to research on the development of selection methods for producing leaner carcasses.

L'évaluation de la quantité de chair des poulets à griller est essentielle aux recherches visant à mettre au point des méthodes de sélection pour la production de carcasses plus maigres.

The improved growth potential of turkeys that has resulted from advances in breeding of broiler strains has prompted a reappraisal of their protein requirement for optimum performance. At least 25.5% protein was found to be required in grower diets (4–10 weeks) for maximum growth. Finisher diets (10 weeks to slaughter) required 19.7% protein for males and at least 18.2% for females. Higher protein levels in finisher diets increased carcass fleshing and fat scores. Higher fat scores are desirable in turkey broilers, which often finish poorly. Therefore, feeding programs incorporating less than optimum levels of dietary protein may adversely affect carcass quality as well as growth and feed efficiency.

Other animals

Other animals on which research is conducted in the Branch include sheep, furbearers, and honey bees.

The research program on sheep in the Branch is aimed at improving production efficiency. An integrated research program has been established to develop techniques for intensive sheep production. Year-round lamb production is being emphasized. This program is increasing the number of lambs produced by the ewe by decreasing the interval between lambing, and by increasing both prolificacy and the rate and efficiency of growth. Research is also being conducted to find economical milk replacers for early weaning and to develop semi-intensive systems of production.

de deux ou plusieurs races afin de tirer partie des augmentations de performance attribuables à l'hétérose (vigueur hybride) et de combiner les caractéristiques désirables des diverses races. Pour ce qui est de la production des œufs, les croisements doubles donnent la meilleure hétérose et, par conséquent, permettent d'atteindre les meilleurs niveaux de production. Les croisements triples donnent environ 84 % de l'hétérose pour la production d'œufs et les croisements quadruples, environ 50 %. Par conséquent, il y a peu à gagner des modes de reproduction qui comportent des croisements entre plus de trois races; dans les croisements triples, le géniteur femelle doit être l'hybride.

Des méthodes d'alimentation et des systèmes d'élevage qui permettent de réduire adéquatement la taille des œufs chez les poulets nains à chair de reproduction, ont été mis au point. La taille des œufs peut être réduite en diminuant le niveau des restrictions alimentaires par rapport au génotype normal, en prolongeant la photopériode de 8 heures à 12 heures jusqu'à ce que le sujet ait 140 jours; en nourrissant les reproductrices au moyen d'un régime à haute teneur en protéines (17 % au lieu de 15 %), et en excluant le tourteau de canola des régimes alimentaires utilisés pendant l'élevage et le stade adulte.

Les études sur la nutrition ont démontré que l'alimentation en libre choix au phosphate de calcium dibasique des poulets à griller tendait à accroître la mortalité et les anormalités des pattes, et à réduire la croissance des animaux de même que la rentabilité moyenne de l'élevage. Les résultats indiquent également que les poulets à griller peuvent être élevés de façon plus efficace au moyen d'un régime à base d'aliments entièrement broyés plutôt qu'avec un régime à base de granulés en miettes et en boulettes. Les poulets nourris selon le premier régime affichaient beaucoup moins d'anormalités des pattes, particulièrement pour ce qui est de la dyschondraplasie du tibia, et généraient des revenus considérablement supérieurs comparativement aux poulets nourris selon le même régime, mais sous forme de granulés en miettes.

Une série d'expériences a montré que l'incidence des déformations des pattes chez les poulets à griller est influencée par le rapport lysine/arginine dans le régime alimentaire. Les poulets nourris selon les régimes affichant un rapport lysine/arginine élevé de 1,50:1 créé par l'addition de quantités anormalement élevées de lysine, affichaient une incidence plus élevée de déformation des pattes que les poulets nourris selon les régimes de contrôle. Ces régimes de contrôle contenaient des teneurs anormalement élevées de lysine et d'arginine, dans un rapport de 0,92:1. Cet effet a été observé pour deux niveaux de protéine alimentaire (18 % et 23 %). Le rapport élevé lysine/arginine du régime d'essai était donc responsable des problèmes encourus plutôt que la forte teneur de lysine alimentaire en soi, que l'on retrouvait autant dans le régime utilisé pour les essais que dans le régime témoin.

La qualité de la coquille de l'œuf influe directement sur le nombre d'œufs qui sont brisés dans les déplacements entre le poulailler et le consommateur. Les études indiquent que le rapport entre le nombre d'œufs brisés et la densité, la déformation non destructive ou la résistance à la rupture par pression de l'œuf sont semblables. Ces trois paramètres sont les indicateurs les plus fréquemment utilisés pour évaluer la qualité de la coquille par les organismes d'élevage de volaille commerciaux. Bien que l'épaisseur de la coquille d'œuf soit l'un des principaux facteurs influant sur sa qualité, une certaine proportion des œufs pondus par des poules produisant de façon consistante des œufs à coquille épaisse se sont brisés au moment du lavage, du mirage et du tri. La conception de l'équipement de manutention des œufs devrait donc être considérée comme un facteur important dans les études sur la rupture des coquilles.

L'excès de gras dans les poulets à griller coûte cher en aliments au producteur et n'est pas apprécié des consommateurs. La teneur en gras d'une race de poulets à griller représentatifs du milieu des années cinquante et celle d'une race moderne a donc été comparée. La différence entre les deux races était minime lorsque la comparaison se faisait sur la base du poids corporel. Par conséquent, l'excès de gras observé dans les poulets à griller d'aujourd'hui ne semble pas avoir été causé par des modifications génétiques dans le troupeau de poulets. Pour augmenter l'indice de consommation et, par là, réduire l'engraissement des poulets, les éleveurs primaires effectuent des essais à certains âges précis, en dépit des différences dans les gains de taille et de poids observés entre les poulets pendant la période d'essai. Selon les résultats de cette recherche, il semble que l'indice de consommation s'accroît pour les poulets à croissance lente et décroît pour les poulets à croissance rapide lorsque les essais sont effectués sur une base d'âge constante. Les essais en poids constant, bien qu'ils soient plus souhaitables, sont cependant peu pratiques. Par conséquent, les résultats obtenus au moyen des essais selon un âge constant devraient être ajustés en fonction de la taille des poulets étudiés afin de refléter adéquatement leur indice de consommation.

L'amélioration du potentiel de croissance des dindes qui a résulté des progrès accomplis dans la reproduction des races de dindes à griller a incité les chercheurs à réévaluer les besoins en protéines des volailles en vue d'obtenir un rendement optimal. Un minimum de 25,5 % de protéines a été jugé nécessaire dans le régime alimentaire des dindes en croissance (de 4 à 10 semaines) pour obtenir une croissance maximale. Le régime des dindes à maturité (de 10 semaines jusqu'à l'abattage) nécessitait 19,7 % de protéines pour les mâles et au moins 18,2 % pour les femelles. L'augmentation de la teneur en protéines du régime alimentaire des dindes à maturité a augmenté la quantité de chair et de gras des carcasses. Une teneur élevée en gras est souhaitable dans les dindes à griller dont la finition laisse souvent à désirer. Par conséquent, les régimes qui comportent des teneurs en protéines alimentaires inférieures aux teneurs optimales peuvent avoir des effets négatifs sur la qualité de la carcasse de même que sur la croissance de l'animal et son indice de consommation.

Autres animaux

Parmi les autres animaux pour lesquels des recherches sont effectuées à la Direction générale de la recherche, mentionnons les moutons, les animaux à fourrure et les abeilles.

Le programme de recherches sur le mouton de la Direction générale vise à améliorer la productivité. Un programme de recherches intégré a été mis en place afin de mettre au point des techniques pour la production intensive de moutons. On cherche avant tout à parvenir à élever des agneaux à longueur d'année. Ce programme permet d'augmenter le nombre de naissances par brebis en raccourcissant l'intervalle entre les agnelages, en améliorant la prolificité, ainsi qu'en accélérant et en optimisant la croissance. D autres travaux portent sur la production de laits de remplacement économiques en vue d'un sevrage précoce et sur la mise au point de méthodes d'élevage semi-intensif.

Même si la Direction générale de la recherche n'administre aucun programme interne dans le domaine des animaux à fourrure, elle appuie tout de même, dans le cadre de ses programmes de recherches externes, les travaux effectues à l'Université de Guelph et à l'Université Laval. Les principaux problèmes auxquels doivent faire face les producteurs de fourrure sont liés aux maladies et à la nutrition.

Le secteur canadien de l'apiculture, toujours florissant, produit un miel d'excellente qualité de renommée mondiale. Environ 75 % du miel provient des quatre provinces de l'Ouest ou, malgré les conditions météorologiques extrêmes et une saison courte, la moyenne de production par colonie a été de beaucoup supérieure à

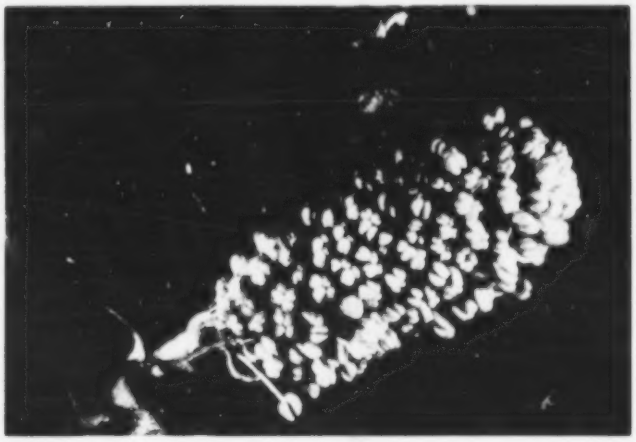
The Research Branch has no in-house research program on furbearing animals, but it supports research at the University of Guelph and Laval University. The major problems in fur production are related to diseases and nutrition.

The Canadian honey industry continues to be healthy and vigorous, producing a product of excellent quality that is recognized throughout the world. About 75% of the honey is produced in the four western provinces, where despite extremes of weather and a short season the average production per hive is much higher than it is in eastern and central Canada. The honey industry has, however, problems that can be solved only through long-term research.

Accomplishments

The reproductive potential of ewe lambs sired by the currently popular prolific breeds such as Finnish Landrace (Finn) and Romanov has been evaluated for eight crosses of dam. Ewe lambs sired by Finn or Romanov had higher ovulation rates (2.4 versus 1.3) and litter size (2.1 versus 1.2) than those sired by Dorset or Western rams. The ovulation rate and litter size were similar for Romanov- and Finn-sired ewes, but Romanov-sired ewes conceived about 3 weeks earlier and demonstrated more vigor at birth and less mortality. Mortality from birth to weaning was 5% for Romanov-sired lambs and 13% for those sired by other ram breeds. The Finn and Romanov breeds appear to have potential in specialized breeding programs.

Studies continue to reveal promising strategies for increasing the reproductive efficiency of the ram and the ewe under sustained lamb production. A device for releasing progesterone internally at a controlled rate has been shown to be a promising alternative to the intravaginal sponge impregnated with fluorogestone acetate, used for the synchronization of the estrous cycle in ewes. New processing procedures for freezing ram semen and maintaining viability of fresh semen are also being evaluated. Initial results show increased survival of frozen–thawed semen and an extended shelf life of fresh semen. These studies could provide the basis for a major breakthrough in the processing of ram semen, if these initial results are confirmed after further development and testing on a larger scale.



The new Alta honey bee has the potential of increasing honey production by 30% per colony.

La nouvelle race d'abeilles Alta peut accroître la production de miel de 30 % par colonie.

Finding a means of evaluating the quality of honey bee queens continues to pose a problem for the beekeeping industry in Canada. Thousands of queens are purchased each year to supply Canada's 692 000 colonies. Between 20 and 45% of these colonies have problems related to queen loss, queen failure, or swarming. Research shows that on average, these problem colonies produce 42% less honey. A strong relationship has been found between honey production and queen weight at 12 days of age. By eliminating 15–25% of the lightest inferior queens at 12 days of age, and ensuring that only the heaviest queens are placed in colonies, honey production should be increased by at least 10%.

CROP PRODUCTIVITY RESEARCH

Research on crop production is one of the major activities of the Research Branch and has been an important factor in the successful development of the industry in Canada. Wheat is the most important single component of both production and export, accounting for one-fifth of all farm cash receipts. Oilseeds are increasingly important as canola becomes firmly established in western Canada and as new varieties extend the areas of soybean and sunflower production. Horticultural crops are limited by climatic conditions but are important in the southern parts of Canada and in the two coastal regions.

Research on crops is designed to improve the efficiency of production and the quality of products available for marketing. It is widely scattered across the country at major centers and at smaller units. It covers all commercial crops produced in Canada. Because of the short growing season and rigorous winters, serious constraints are imposed on crop production. Perennial crops such as forages and horticultural species must be very winter hardy, and annual crops must be well adapted to short summers and cool weather. Other problems include drought, poor drainage, plant breeding, cultural management, protection from insects and diseases, crop nutrition, and mechanization. Problems of conservation and storage are associated with forages and horticultural crops. All these problems require research to achieve highly efficient production and to keep Canadian growers competitive in the world market.

Cereals

Cereal crops are well adapted to the Canadian climate. Even with a short growing season in western Canada, the number of frost-free days is sufficient for spring-sown cereals to ripen. Although

celle de l'Est et du Centre du Canada. Toutefois, ce secteur fait face à divers problèmes que seules des recherches à long terme peuvent lui permettre de résoudre.

Réalisations

Le potentiel reproducteur des agnelles saillies par un mâle d'une des races prolifiques actuellement populaires, telles que les agneaux Finnois Landrace (Finn) et Romanov, a été évalué pour les brebis de huit croisements. Les agnelles saillies par un bélier Finn ou Romanov affichaient des taux d'ovulation supérieurs (2,4 vs 1,3) et une taille de portée également supérieure (2,1 vs 1,2) à ceux des brebis saillies par des béliers Dorset ou Western. Le taux d'ovulation et la taille de la portée étaient semblables pour les agnelles saillies par un mâle Romanov et Finn, mais les agnelles saillies par un bélier Romanov ont mis bas environ 3 semaines plus tôt, étaient plus vigoureuses au moment de la naissance et affichaient un taux inférieur de mortalité. La mortalité des agnelets, de la naissance au sevrage, était de 5 % pour les agneaux issus d'un géniteur Romanov et de 13 % pour ceux issus d'une autre race. Les races Finn et Romanov semblent avoir un potentiel intéressant pour les programmes spécialisés de reproduction.

Les études faites à ce jour semblent prometteuses pour ce qui est des stratégies visant à augmenter le rendement reproductif des béliers et des agnelles dans un système de production soutenu. Un appareil pour libérer la progestérone de façon interne à une vitesse contrôlée s'est révélé une bonne solution de rechange aux éponges intravaginales imprégnées d'acétate de fluorogestone, utilisées pour la synchronisation des cycles œstriens chez les agnelles. De nouvelles techniques pour la congélation de la semence de bélier et l'entreposage de la semence fraîche ont également été évaluées. D'après les premiers résultats, il semble qu'on ait pu accroître le taux de survie de la semence gelée, et prolonger la durée de vie de la semence fraîche. Ces études pourraient permettre de réaliser des progrès importants dans le traitement de la semence, si les premiers résultats sont confirmés par suite des développements ultérieurs et des essais à grande échelle.

L'industrie apicole canadienne est toujours à la recherche d'un moyen d'évaluer la qualité des reines chez les abeilles. Des milliers de reines sont achetées chaque année pour approvisionner les 692 000 colonies d'abeilles du Canada. Entre 20 et 45 % de ces colonies connaissent des problèmes attribuables à la perte d'une reine, la défaillance d'une reine ou l'essaimage. Les recherches montrent qu'en moyenne, les colonies affectées produisent 42 % de moins de miel. Une forte relation a été observée entre la production de miel et le poids de la reine à 12 jours. En éliminant 15 à 25 % des reines affichant un poids inférieur à l'âge de 12 jours et en s'assurant que seules les reines plus lourdes sont introduites dans les colonies, la production de miel devrait augmenter d'au moins 10 %.

RECHERCHE SUR LES PRODUCTIONS VÉGÉTALES

La recherche sur les productions végétales, un important secteur d'activité de la Direction générale de la recherche, a largement contribué au sain développement de l'agriculture au Canada. La culture du blé l'emporte haut la main en production comme en exportation et elle est la source du cinquième des recettes agricoles en espèces. La culture des oléagineux est en progression au pays, à mesure que le canola est adopté dans l'Ouest et que de nouvelles variétés permettent d'élargir les aires de culture du soja et du tournesol. L'horticulture est limitée par les conditions climatiques, mais elle est importante dans les régions du Sud et dans les deux ceintures littorales.

La recherche sur les cultures vise à l'amélioration de la production et à celle de la qualité des produits destinés au commerce. Elle est menée un peu partout au pays dans de grands centres et dans de petits établissements, et elle porte sur toutes les cultures commerciales canadiennes. La brièveté de la saison de croissance et la rigueur des hivers entravent gravement les récoltes. Les plantes vivaces comme les espèces fourragères et horticoles doivent être très rustiques et les plantes annuelles, bien adaptées aux étés courts et frais. Certaines conditions font problème : la sécheresse, le mauvais drainage, l'amélioration génétique des plantes, les pratiques culturales, la protection contre les insectes et les maladies, les

yields from these early maturing cultivars are not as high as yields obtained in other parts of the world that have more rain and a longer growing season. Canadian cultivars and climate ensure that Canada produces some of the highest-quality bread wheats in the world.

The main wheat crop in Canada is hard red spring wheat, which occupies some 11 million hectares, with an average annual production of 18 million tonnes. Durum, soft white spring, hard red winter, and soft white winter wheats are other types grown. Each has a different use, such as for pasta, biscuits, pastry flour, cakes, and bread.

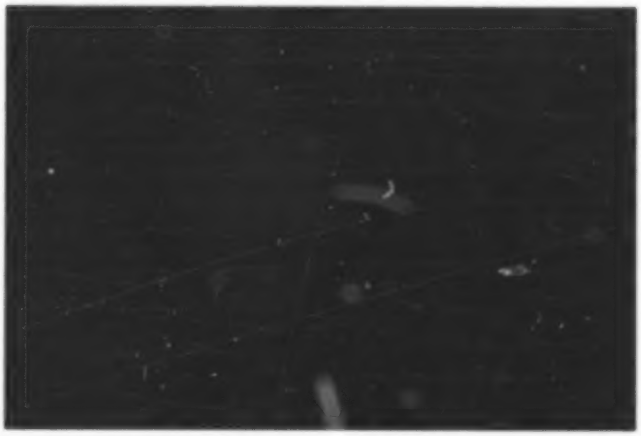
About 9% of the barley crop is used in the brewing and malting industry, and part of this percentage is exported for use as malt or for malting purposes. Rye is used in the form of flour for specialty breads and in distilleries. Some oats are processed for human food as breakfast cereals, and corn is used by distilleries, starch companies, and food processors.

In addition to their broad use in human nutrition, cereals are used extensively as animal feeds. Some wheat is grown and used domestically as feed for livestock and poultry, but it is usually not competitive in price with the other feed grains. Grains also have regional significance as feeds.

The Research Branch has teams of scientists working on production, protection, and utilization of cereal crops. Researchers are concerned with producing better cultivars of cereals, developing and recommending ways of growing them, and devising procedures to protect them against pests. There is also deep concern about maintaining the high quality of the crops produced. Special research projects deal with problems relating to root rots, soil productivity, losses caused by diseases, reactions to herbicides, and meteorology as it relates to crop growth.

Sprouting response of red-seeded Neepawa (*left*) and white-seeded Losprout (*right*) spring wheats to simulated rain.

Germination prématurée des blés de printemps à grain roux Neepawa (à gauche) et à grain blanc Losprout (à droite) sous l'effet de pluie simulée.



Development stages of the Indianmeal moth. This pest causes significant losses to stored corn.

Stades de développement de la pyrale indienne de la farine. Ce ravageur cause d'énormes pertes dans le maïs entreposé.

Accomplishments

Kyle, a durum wheat cultivar, was licensed and released to SeCan in 1984. Kyle has consistently outyielded Wakooma and Wascana in 3 years of cooperative testing in the prairies. It has good quality and disease resistance. It is slightly later maturing and taller than Wakooma, but neither of these is a major fault in the main durum-producing area of Saskatchewan and Alberta, where Brown and Dark Brown soil zones predominate.

The U.S. cultivar Owens, a soft white spring wheat resistant to stripe rust, was supported for a temporary license on the basis of 5 years of evaluation in Canada. Although it does not have the preferred kernel shape associated with soft white spring wheats, this cultivar can protect growers from serious losses caused by stripe rust until a suitable replacement is developed. The Canadian breeding program is making rapid progress, and a cultivar uniquely adapted to western Canada should be available soon after 1990.

There has been an exciting breakthrough in hard red spring wheat breeding. Several lines have been developed that have significantly higher yields while providing a protein content equal to that of Neepawa. Higher yields have previously been accompanied by lower protein content. In the Central Bread Wheat Co-op test, yields of these lines have averaged 20% higher than Neepawa in 1983 and 8% higher in 1984. Two other lines have equaled Neepawa in yield, but have an appreciably higher protein content. All have been judged to have satisfactory quality to date. However, with all of them, the difficulty of distinguishing among kernels may cause problems for licensing.

A unique chromosome-substitution series has been developed, which should contribute greatly to our understanding of wheat quality characteristics. In this series, each of the seven chromosomes from *Aegilops squarrosa*, an ancestral progenitor of wheat, has been used to replace each of the seven D-genome chromosomes of the bread wheat cultivar Canthatch. The seed proteins of grain from the resulting seven lines are being identified by electrophoretic methods, and in conjunction with milling and baking tests, this information is being used to help describe the genetic and chemical structures that form the bases for hard red spring wheat quality.

Rust is a never-ending threat to cereal production in the eastern prairies. Recently, increased resistance to leaf rust has been obtained from an intercross of four single-gene lines. Individually, each of these rust-resistance genes gave only low levels of resistance to seedlings or moderate levels to adult plants. Selections obtained from the intercross, however, show excellent resistance to leaf rust by adult plants in field tests. Such interactions provide a means of developing new cultivars with a high level of complex genetic resistance that should be durable.

fertilisants et la mécanisation. Les cultures fourragères et horticoles soulèvent des problèmes particuliers de conservation et d'entreposage. La recherche doit être poursuivie dans ces domaines pour assurer un niveau très élevé de production et pour que le Canada continue d'exercer une vive concurrence sur les marchés mondiaux.

Céréales

Les céréales conviennent bien à notre climat et, malgré la courte saison de croissance de l'Ouest du pays, la période exempte de gel est suffisante pour permettre la maturation des céréales semées au printemps. Bien que le rendement des cultivars hâtifs ne soit pas aussi élevé que dans les pays où la pluviosité est importante et la saison de croissance prolongée, ses cultivars et son climat permettent au Canada de produire des blés panifiables qui sont parmi les meilleurs au monde.

Le type de blé le plus cultivé chez nous est le roux vitreux de printemps, dont les emblavures occupent environ 11 millions d'hectares et dont la production annuelle s'élève à environ 18 millions de tonnes. Parmi les autres types cultivés, citons le blé dur, le blé roux vitreux d'hiver, le blé tendre blanc de printemps et le blé tendre d'hiver, qui tous ont des usages différents : fabrication de pâtes alimentaires, de biscuits, de farine de pâtisserie, de gâteaux et de pain.

Environ 9 % de l'orge produite au pays sont absorbés par les brasseries et les malteries qui en exportent une certaine quantité sous forme de malt ou pour le maltage. Le seigle entre dans la préparation de pains de spécialité et est recherché aussi par les distilleries. Certains types d'avoine sont transformés en céréales pour petits déjeuners et une partie du maïs est absorbée par les distilleries, les amidonneries et l'industrie alimentaire.

En plus de leur vaste utilisation dans l'alimentation humaine, les céréales sont largement consommées par les animaux. Nous consacrons une certaine partie du blé à l'alimentation des bestiaux et de la volaille, mais son prix ne parvient généralement pas à concurrencer celui des autres grains de provendes. L'importance de certaines céréales fourragères varie d'une région à l'autre.

La Direction générale de la recherche affecte plusieurs équipes à la production, à la protection et à l'utilisation des céréales. Les chercheurs s'emploient à créer de meilleurs cultivars ainsi qu'à mettre au point et à recommander des façons de les cultiver et de les protéger contre les ravageurs. Il y a aussi les travaux spéciaux touchant aux problèmes liés au piétin, à la productivité du sol, aux pertes causées par les maladies, aux réactions des plantes aux herbicides et aux interactions agroclimatiques.

Réalisations

En 1984, le Kyle, un cultivar de blé dur, a été homologué à l'intention de la SeCan. Ce cultivar a toujours surpassé le Wakooma et le Wascana au cours de 3 années d'essais coopératifs dans les Prairies. Il est de bonne qualité et résiste bien aux maladies. Il est un peu moins hâtif et un peu plus grand que le Wakooma, mais cela ne constitue pas un handicap sérieux dans la principale région productrice de blé dur de la Saskatchewan et de l'Alberta, à prédominance de sols bruns et brun foncé.

Le cultivar américain Owens, un blé tendre blanc de printemps résistant à la rouille jaune striée, fait l'objet d'une demande d'homologation temporaire après 5 années d'évaluation au Canada. La forme du grain n'est pas celle qu'on attend ordinairement de ce type de blé, mais ce cultivar offre aux producteurs une protection contre de lourdes pertes subies à cause de la rouille jaune striée jusqu'à ce qu'un produit de rechange soit développé au Canada. Le programme canadien de sélection est très efficace et il est estimé qu'un cultivar spécialement adapté à l'Ouest canadien devrait être prêt au début de la décennie 1990.

La sélection des roux vitreux de printemps a conduit à une percée de taille. On a développé plusieurs lignées au rendement significativement accru et à la teneur protéique égale à celle du Neepawa. Jusqu'ici, l'accroissement du rendement était lié à l'appauvrissement protéique. Les essais menés par la *Central Bread Wheat Co-op* ont montré que le rendement moyen de ces lignées a dépassé celui du Neepawa de 20 % en 1983 et de 8 % en 1984. Deux autres lignées ont donné le même rendement que le Neepawa, mais sont appréciablement enrichies en protéines. Toutes sont jugées de qualité adéquate jusqu'ici. Toutefois, les grains sont difficiles à distinguer dans tous les cas, ce qui risque fort de nuire à l'homologation.

Une série unique de subtitutions chromosomiques a été obtenue, ce qui permettra sans doute d'approfondir considérablement notre connaissance des caractéristiques de qualité du blé. Dans cette série, chacun des sept chromosomes d'*Aegilops squarrosa*, un ancêtre du blé, a été pris pour remplacer chacun des sept chromosomes du génome-D du cultivar Canthatch du blé panifiable. Les protéines contenues dans les grains obtenus de chacune des sept lignées sont identifées par électrophorèse. Ces renseignements, combinés à ceux des tests de mouture et de cuisson, aident à la description des structures génétiques et chimiques responsables de la qualité du roux vitreux de printemps.

La rouille exerce une menace incessante pour les producteurs céréaliers de la partie orientale de l'Ouest canadien. Dernièrement, un croisement mixte de 4 lignées génétiques isolées a permis d'accroître la résistance à la rouille de la feuille. Pris un à un, chacun des gènes de la résistance à la rouille conférait un faible degré de résistance aux semences ou un degré modéré de résistance aux plantes parvenues à maturité. Mais les meilleurs sujets à maturité obtenus par le croisement mixte ont marqué une excellente résistance lors d'essais sur le terrain. Les interactions de cet ordre fournissent un bon moyen de développer des cultivars porteurs d'une grande résistance génétique complexe et qui devaient avoir une longue durée d'utilisation.

Une épidémie majeure de cécidomyies de blé s'est produite dans le nord-est de la Saskatchewan en 1983. En août de cette année-là, une évaluation de la perte de rendement fut menée dans neuf municipalités de la région la plus durement atteinte. La perte financière des producteurs fut estimée à 30 millions de dollars. Le moucheron dépose ses œufs dans les fleurons du blé en floraison au début de la mi-juillet. Les grains dont se nourrissent les larves se ratatinent ou se tordent. En août, les larves se laissent tomber au sol et s'abritent jusqu'à la fin de l'hiver dans des cocons enfouis dans le sol. En 1984, un relevé provincial montre que la superficie infestée avait quadruplé par rapport à l'année précédente. Même si l'application de pesticides enregistrés par mesure d'urgence a limité les dégâts dans l'ensemble, certains producteurs ont subi de lourdes pertes malgré tout. Un hyménoptère parasite de ce pathogène, *Perene penetrans*, a été trouvé en abondance dans la région la plus durement touchée en 1983; on peut espérer qu'il existe un moyen naturel de lutter contre le pathogène.

Des cellules isolées de blé et de seigle d'hiver ont été employées avec succès pour calculer les dommages causés par le froid. De façon générale, les cellules isolées sont détruites par le froid à la même fréquence que les plants entiers, mais un petit nombre d'entre elles ont montré une résistance inattendue. Il a été trouvé que le gel provoquait toutes sortes de dommages dans les parois cellulaires tandis que l'enrobage dans une pellicule de glace nuisait précisément au transport ionique à travers la paroi. L'infection par le virus du nanisme jaune de l'orge a pour effet de réduire la résistance au froid de plusieurs céréales d'hiver et concourt avec les

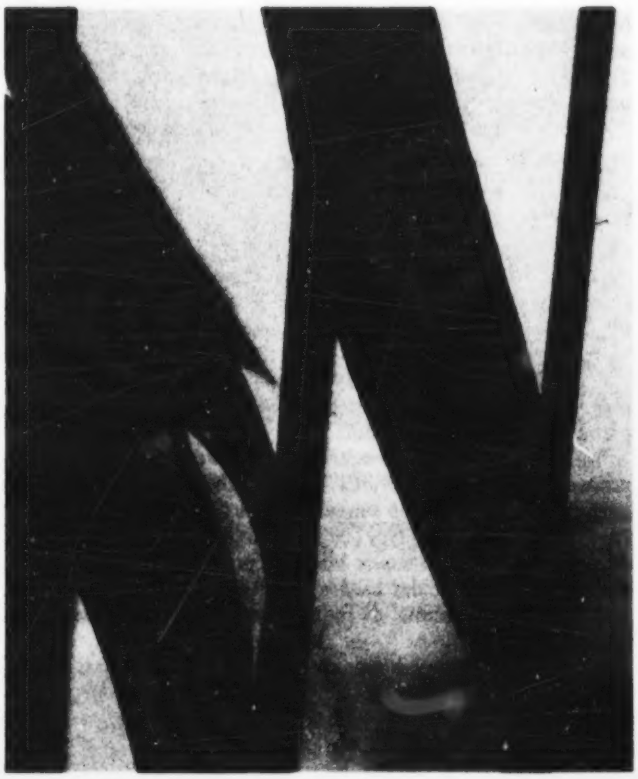
A severe outbreak of the orange wheat-blossom midge occurred in northeastern Saskatchewan in 1983. A yield-loss survey was conducted in nine municipalities in the area most severely affected in August 1983. The estimated financial loss to farmers was about $30 million. The tiny orange midge lays its eggs in the florets of wheat at the flowering stage in early to mid July. The developing kernels on which the larvae feed become shrunken or distorted. The larvae drop out of the heads in August to form overwintering cocoons in the soil. The 1984 provincial survey showed that the area affected was about four times greater than that affected in 1983. Although the use of pesticides under emergency registration reduced the overall levels of damage, severe losses were again sustained in some cases. High numbers of a hymenopterous parasite, *Perene penetrans*, have been found in the area most severely affected in 1983, and offer some hope for an eventual natural means of control.

Isolated cells of winter wheat and rye have been used successfully to facilitate studies on the damaging effects of low temperature. In general, isolated cells are killed by low temperatures at a rate similar to that at which intact plants die, but a small proportion of cells have proved to be unusually resistant to freezing injury. Freezing stress was found to induce general membrane damage, whereas ice encasement specifically affected ion transport across the membrane. Infection by barley yellow dwarf virus reduced cold hardiness of several winter cereals and interacted with flooding and icing stresses to further reduce the overwintering potential of cereals.

Questions have recently been raised about the social value of the public investment in agricultural research and the efficient use of the resources being committed. A study has provided information on these issues as they relate to wheat research conducted between 1949 and 1979. Two research options were examined: one dealing with research into the development of new wheat varieties and the other dealing with research applicable to all aspects of the production of spring, winter, and durum wheats. The results revealed that society has indeed benefited substantially from public investment in wheat research. Annual social benefits averaged $49 million from wheat breeding research and $143 million from all wheat production research (measured in constant 1971 dollars). The average annual rates of return earned from these investments therefore ranged between 30 and 39% (above the rate of inflation). These rates of return on investment were generally much higher than those earned in most ordinary business investments and other types of public investment. Furthermore, the study found that society may, in fact, be underinvesting in agricultural research and that a substantial increase in benefits would likely result from an expansion of the level of investment. Finally, analyses of distribution of the benefits from publicly funded research showed that both producers and consumers were major beneficiaries. Consequently, all members of society should continue to contribute to the cost of research investment.

In 1984, the six-row feed barley Heartland (BT 346) was licensed. This cultivar combines high yield, lodging resistance, and early maturity with a disease resistance that is unique for barley in the prairies. It is the first cultivar to meet or exceed the disease-resistance requirements set forth as a condition for licensing by the Expert Committee on Grain Diseases, 8 years before implementation of the new disease criteria.

Prima, a winter rye cultivar, was released to pedigreed seed growers in the fall of 1984 through the SeCan Association. Prima is a winter-hardy cultivar that has consistently outyielded Musketeer in 4 years of trials in western Canada. Agronomic traits and disease reactions are similar to those of Musketeer. Because of its yield advantage, Prima should be a welcome addition to the list of winter rye cultivars available to producers in western Canada.



Leaf rust is a serious disease of cereals. Increased resistance has recently been obtained from an intercross of four single-gene lines.

La rouille des feuilles est une grave maladie des céréales. L'intercroisement de quatre lignées sélectionnées sur un gène a récemment permis d'accroître la résistance à cette maladie.

To ensure the continued effectiveness of cereal-breeding programs in providing producers with disease-resistant varieties, plant pathologists must continually monitor changes in the virulence potential of disease agents and identify new sources of resistance. For example, recent studies have detected dramatic shifts in the incidence and distribution of three recognized virulent biotypes of *Pyrenophora teres*, the pathogen causing net blotch of barley. In prairie-wide collections made in 1982, shifts in the proportion of the three biotypes relative to 1976 collections (1976 figures in brackets) were as follows: N biotype 17% (58%); VN 58% (39%); and S biotype 25% (3%). Wide shifts also occurred within provinces. The N biotype has virtually disappeared from Manitoba and Saskatchewan, where it had been predominant. Fortunately, this trend was foreseen several years ago, and disease screening and breeding programs were adjusted to reflect these shifts. Although not as catastrophic a disease as the rusts, which also are continually changing in their virulence patterns, net blotch of barley can cause losses of 20% in susceptible varieties when conditions favor the disease.

Several new virus-like particles in addition to those of barley yellow dwarf (BYD) virus have been discovered in purified preparations of BYD virus from experimentally infected tissues. One of these has the dumbbell-like, twin-sphere, appearance characteristic of geminiviruses and represents the first such finding of geminivirus-like particles in cereals. Oats and barley grown from seed under disease-free conditions also have been found to contain at least some of these kinds of novel virus-like particles.

Adults of the orange wheat-blossom midge on wheat. Larvae of this insect feed on the cereal and cause shrunken or distorted kernels.

Cécidomyie orangée des fleurs du blé (stade adulte). Les larves de cet insecte s'attaquent aux céréales et causent le rabougrissement ou la déformation des grains.

inondations et le stress du gel à abaisser davantage le potentiel de rusticité de céréales.

Dernièrement, on a mis en doute le bien-fondé de l'investissement de deniers publics et de l'emploi de ressources humaines pour la recherche agricole. Une étude a fourni des réponses en ce qui touche la recherche sur le blé entre 1949 et 1979. La recherche a été considérée sous deux éclairages : le développement de nouvelles variétés et la recherche applicable à tous les aspects de la production de blé de printemps, d'hiver et du blé dur. Il apparaît que l'ensemble de la société a largement profité de l'investissement public dans la recherche sur le blé. Les bénéfices collectifs annuels ont été chiffrés en moyenne à 49 millions de dollars pour la recherche sur la sélection de variétés et à 143 millions de dollars pour la recherche applicable à tous les aspects (en dollars constants de 1971). Le rendement annuel moyen oscille entre 30 % et 39 % (après l'inflation). Dans l'ensemble, ce rendement est fort supérieur à ceux obtenus sur les investissements dans la plupart des autres secteurs commerciaux courants et du rendement obtenu pour les autres formes d'investissements publics. Par surcroît, l'étude montre que la société investit peut être trop peu en recherches agricoles et qu'un effort en ce sens serait sans doute fort lucratif. Enfin, l'analyse de la répartition des bénéfices issus de la recherche financée par le gouvernement montre que les producteurs autant que les consommateurs ont largement profité des résultats. Le financement de la recherche devrait donc rester public.

En 1984, le cultivar d'orge à six rangs Heartland (BT 346) a été homologué. Il allie le rendement élevé à la résistance à la verse et son caractère hâtif à une résistance aux maladies inégalée dans l'Ouest. Il s'agit du premier cultivar à satisfaire aux normes de résistance aux maladies fixées par le Comité d'experts sur les maladies des céréales pour l'homologation, soit bien avant que la période de 8 ans (fixée pour atteindre ces critères) ne soit écoulée.

Le Prima, un cultivar de seigle d'hiver, a été distribué aux producteurs de semences pédigrées à l'automne 1984 par l'entremise de l'association SeCan. C'est un cultivar rustique qui a constamment surpassé le Musketeer durant 4 années d'essais dans l'Ouest. Le Prima a des caractères agronomiques et une réaction aux maladies apparentées à celles du Musketeer, mais comme il a un rendement supérieur, les producteurs de l'Ouest seront heureux de l'ajouter à la liste des cultivars rustiques à leur disposition.

Pour maintenir l'efficacité des programmes de sélection des céréales qui fournissent les producteurs en variétés résistantes, les phytopathologistes doivent sans cesse mesurer les glissements de virulence des agents pathogènes et découvrir de nouvelles sources de résistance. Par exemple, des travaux récents ont mis en évidence un renversement spectaculaire de l'abondance et de la distribution de trois biotypes virulents reconnus de la *Pyrenophora teres*, l'agent pathogène de la rayure réticulée de l'orge. Lors des cueillettes de 1982 à l'échelle des provinces de l'Ouest, on a observé les changements suivants de proportion par rapport aux résultats de 1976 (les résultats de 1976 sont indiqués entre parenthèses) : biotype N, 17 % (58 %), biotype VN, 58 % (39 %), biotype S, 25 % (3 %). Des variations importantes ont aussi été décelées à l'intérieur des limites provinciales. Le biotype N a disparu à toutes fins pratiques du Manitoba et de la Saskatchewan où il était prédominant. Heureusement, ce renversement a été prévu plusieurs années à l'avance et les programmes de sélection et de multiplication de variétés résistantes ont été ajustés en conséquence. Loin d'être aussi catastrophique que les rouilles, la rayure tachetée occasionne tout de même des pertes de 20 % chez les variétés susceptibles dans les conditions propices.

Plusieurs nouvelles particules viroïdes ont été découvertes dans des préparations purifiées du virus du nanisme jaune inoculé dans certaines souches. L'une de ces particules a l'apparence classique de l'haltère, à double sphères, des géminivirus; c'est la première fois que des particules s'apparentant à cette classe sont observées dans une souche céréalière. On a également trouvé que des échantillons d'avoine et d'orge ensemencés et qui ont poussé dans des conditions axéniques, contenaient au moins quelques-unes de ces formes nouvelles de particules viroïdes.

On a perfectionné une nouvelle technique pour évaluer la tolérance de récoltes à la sécheresse, avec l'emploi de trifluraline pour freiner la croissance radiculaire et imiter ainsi le stress causé par la sécheresse, sans modifier la circulation de l'humidité dans le sol. C'est une méthode particulièrement utile pour estimer la capacité qu'ont différentes lignées génétiques d'extraire l'eau contenue dans le sol.

La récolte et la mise en andains des céréales et des oléagineux avant leur combinaison est une pratique courante dans l'Ouest. Cela réduit la durée du séchage au champ et diminue le risque d'égrenage par rapport à ce qu'il serait si les récoltes sur pied étaient combinées. Cependant, le moment optimal de récolte, en termes de maturité, est encore mal défini. On vient de terminer une étude de 5 ans sur les rapports entre la date de mise en andains, le stade de maturité des récoltes et le rendement et la qualité de l'orge Bonanza. La teneur en humidité du grain servait d'indicateur de la maturité; elle était mesurée chaque jour dans le stock sur pied et dans le matériel déposé en andains, à mesure que la récolte mûrissait. On a constaté que l'orge peut être andainé sans pertes de rendement et de qualité quand le grain contient autour de 40 % d'humidité. La mise en andains à ce moment-là hâte la récolte de 5 à 10 jours et diminue

A new technique has been developed to evaluate crops for drought tolerance. The technique uses trifluralin to restrict root growth and thereby simulate drought stress on plants, without altering the moisture-flow characteristics of the soil. This method is particularly useful in estimating the ability of various genetic lines to extract water from soil.

The cutting and windrowing of cereal and oilseed crops before they are combined is widely practiced in western Canada. The practice reduces both the time required to field dry the grain and the risk of shattering relative to that which would be incurred through combining the standing crop. However, the optimum stage of crop maturity at the time of cutting is not well established. A 5-year study to determine the relationship between dates of windrowing, stage of crop maturity, and subsequent yield and quality of Bonanza barley has been completed. Kernel moisture content was used as an indicator of maturity and was measured daily in both the standing crop and the windrow as the crop matured. The data showed that barley can be windrowed at about 40% kernel moisture content without loss in yield or quality. Windrowing at this stage advanced harvesting by 5–10 days and reduced shattering losses relative to that which would be incurred by leaving the crop standing until the kernel moisture content dropped to 20% or less.

Oilseeds

Oilseeds provide energy and protein for animal and human nutrition. Oil extraction technology is well established and economical. Vegetable oils, which on a unit-weight basis provide more energy than carbohydrates, are used in the food industry and in other areas. The residual oilseed cake or meal has a relatively high protein content of good nutritional quality and is an important component of animal feeds. Oilseed protein is also processed into food-grade material.

In Canada, 4.1 million hectares of oilseed crops were grown in 1984. This area represents an increase of almost 1 million hectares over the previous year. Canola oil supplies about 50% of Canadian requirements for vegetable oil, and canola meal provides an important amount of the protein in animal feeds. However, large quantities of soybean meal and soybeans are imported annually to meet the demands of the feed and food industries.

Research on oilseed crops in the Branch is complemented by research done under contract and through grants at universities or in the private sector. All this research is designed to provide the information and technology needed to keep Canadian oilseed crops competitive in domestic and export markets.

Accomplishments

Canatto, a new soybean cultivar for the export market, was released by the Branch. Canatto matures about 1 week earlier than does the previously licensed cultivar, Nattawa, and has slightly higher yields and much improved stem strength. It is also tolerant of the herbicide metribuzin. Its seed size is somewhat larger than that of Nattawa, but quality is improved for natto production; natto is a fermented soyfood produced in Japan that requires soybean seed about half the size of that obtained from standard varieties.

Maple Isle, an early maturing soybean cultivar, was released to pedigree seed growers in the spring of 1984. Maple Isle yields from 3% to 9% more than Maple Amber in the short-season areas of eastern Canada. In Manitoba and Alberta yields are equal to those of Maple Amber. Maple Isle, unlike Maple Amber, is tolerant of the herbicide metribuzin, which is an important advantage on those farms where the weed problem necessitates the use of metribuzin.

A second early maturing soybean cultivar, Maple Ridge, has been released. Maple Ridge matures about 3 days earlier than Maple Amber and produces similar seed yields. Compared with Maple Presto, the earliest maturing cultivar available in Canada, Maple Ridge is 5 days later in maturity but yields 20% more. This cultivar is particularly adapted to areas of Manitoba, Alberta, and Ontario that have a very short growing season. It is not adapted to the short-season areas of the Maritime Provinces, nor is it tolerant of the herbicide metribuzin.

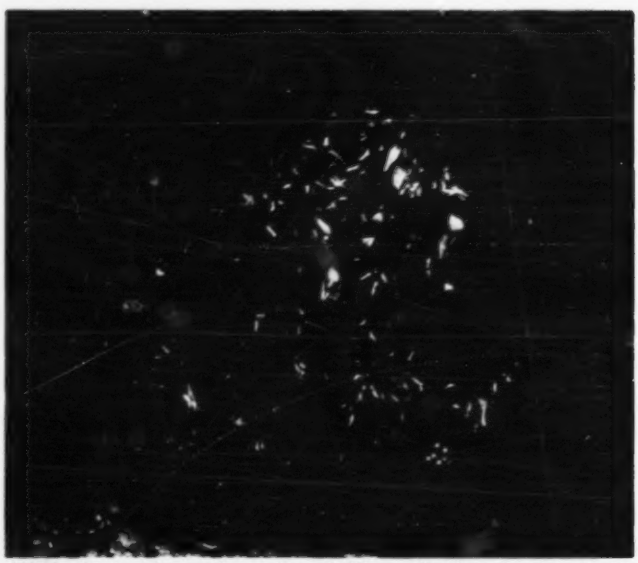
Sun M20, an early maturing sunflower hybrid, has been released. Flowering occurs about 8–10 days earlier and harvesting can be completed between 10 and 14 days earlier with this cultivar than with most of the currently grown hybrids. Its oil content is within the range of currently grown hybrids, but its yield is about 3% less. Because of its very early maturity, this hybrid should contribute to an extension of the sunflower crop into new production areas in Saskatchewan and western Manitoba.

Brown girdling root rot of canola has caused economic losses of up to 60% in individual fields in the Peace River region of Alberta and British Columbia. The primary cause of this weather-dependent disease has recently been found to be *Rhizoctonia solani*. Although the minor role of the secondary organisms *Fusarium roseum*, *Fusarium tricinctum*, and *Pythium ultimum* is now being studied, strategies to control brown girdling root rot in canola can now be developed.

Forages

A broad range of grass and legume forage crops are grown on 9 million hectares of cultivated land in Canada. These areas are supplemented by about 23 million hectares of rangeland and wild pasture, located mainly in western Canada.

The future demand for forage crops is tied to the rate of expansion of the livestock industry, as it develops to meet the requirements of an increasing population. Because forages represent about 70% of the feed requirements of beef cattle, forage production must expand to satisfy the needs of a growing livestock industry.



Alfalfa plant with symptoms of verticillium wilt. Note that the plant is stunted and that dead leaves are attached to upright, green stems.

Plant de luzerne montrant des signes de flétrissure verticillienne. À remarquer que le plant est rabougri et que les feuilles mortes sont attachées aux tiges vertes et droites.

les pertes par égrenage par rapport à ce qu'elles seraient si l'orge était laissé sur pied jusqu'à ce que sa teneur en humidité tombe à moins de 20 %.

Oléagineux

Les oléagineux sont une source d'énergie et de protéines dans l'alimentation de l'homme et des animaux. Les techniques d'extraction de l'huile sont économiques et bien au point. Les huiles végétales, qui par unité de poids, sont plus riches en énergie que les glucides, servent à la fabrication des aliments et sont utilisées à d'autres fins. Par ailleurs, le tourteau a une teneur protéique relativement élevée et une bonne valeur nutritive, ce qui en fait un ingrédient important dans les aliments du bétail. Les protéines extraites des oléagineux peuvent servir à l'alimentation humaine.

Au Canada, on a cultivé 4,1 millions d'hectares d'oléagineux en 1984. C'est un progrès d'environ 1 million d'hectares par rapport à l'année précédente. La récolte de canola répond à presque 50 % de notre demande en huile végétale et son tourteau fournit une imposante quantité de protéines pour l'alimentation du bétail. Toutefois, un tonnage considérable de graines et de tourteaux de soja est importé chaque année pour satisfaire à la demande des industries des alimentations humaine et animale.

La recherche sur les oléagineux est complété par des travaux contractuels ou subventionnés, confiés aux entreprises privées ou aux universités. Leur principal objectif est de fournir les renseignements et les connaissances techniques nécessaires pour préserver la position concurrentielle des oléagineux canadiens sur les marchés national et étranger.

Réalisations

La Direction générale a distribué le Canatto, un nouveau cultivar de fève de soja destiné au marché de l'exportation. Le Canatto parvient à maturité une semaine plus tôt que le cultivar précédemment homologué, le Nattawa; son rendement est légèrement supérieur et sa tige beaucoup plus forte. Il résiste aussi à l'herbicide métribuzine. Le calibre des grains est un peu supérieur à celui des grains du Nattawa, mais la qualité pour la production de natto se trouve améliorée. Le natto est un aliment fermenté à base de soja, produit au Japon et qui demande des grains dont le calibre est inférieur de moitié à celui des grains des variétés courantes.

Le Maple Isle, un cultivar hâtif de soja, a été distribué parmi les producteurs de semences pédigrées au printemps de 1984. Le rendement de ce cultivar est supérieur de 3 à 9 % à celui du Maple Amber dans les régions aux courtes saisons de croissance de l'est du pays. Il est égal à celui du Maple Amber au Manitoba et en Alberta. Au contraire de ce dernier, le Maple Isle est résistant à l'herbicide métribuzine. C'est un avantage important là où les producteurs sont obligés d'appliquer cet herbicide à cause des mauvaises herbes.

Un deuxième cultivar hâtif de soja a été distribué; il s'agit du Maple Ridge, qui parvient à maturité 3 jours plus vite que le Maple Amber et donne un rendement en graines du même ordre. Il retarde de cinq jours sur le Maple Presto, le cultivar le plus hâtif à être distribué au Canada, mais son rendement lui est supérieur de 20 %. C'est un cultivar tout particulièrement adapté aux conditions des régions de l'Alberta, du Manitoba et de l'Ontario qui ont une très courte saison de croissance, au contraire des régions équivalentes dans les provinces de l'Atlantique. Il ne résiste cependant pas à l'herbicide métribuzine.

Un hybride hâtif du tournesol, le Sun M20, a été distribué. La floraison est avancée d'environ 8 à 10 jours et la récolte peut être complétée de 10 à 14 jours plus tôt avec ce cultivar qu'avec la plupart des hybrides courants. Il a une teneur en huile comparable à celle de la plupart de ces derniers, mais son rendement est inférieur de 3 %. Comme il est très hâtif, cet hybride devrait ouvrir de nouvelles régions à la culture du tournesol en Saskatchewan et dans l'ouest du Manitoba.

La pourriture brune de la racine du canola a causé des pertes économiques pouvant aller jusqu'à 60 % dans certains champs de la région de Peace River en Alberta et en Colombie-Britannique. Il a été récemment démontré que *Rhizoctonia solani* est la cause première de cette maladie liée aux conditions météorologiques. Le rôle mineur des organismes secondaires *Fusarium roseum*, *Fusarium tricinetum* et *Pythium ultimum* est actuellement étudié, mais le développement de stratégies défensives est d'ores et déjà possible.

Fourrages

Au Canada, 9 millions d'hectares de terres cultivées servent à la production d'un vaste éventail de graminées et de légumineuses. À cela s'ajoutent environ 23 millions d'hectares de parcours et de pâturages naturels situés surtout dans l'Ouest.

Les besoins futurs du pays en matière de cultures fourragères dépendront de l'expansion prise par le secteur de l'élevage face à la demande d'une population sans cesse croissante. Comme les fourrages constituent environ 70 % de la ration du bovin de boucherie, la production devra croître de façon à suivre l'expansion de cette industrie.

La recherche sur les fourrages comprend l'amélioration génétique et l'évaluation de nouveaux cultivars, de même que la mise au point de techniques d'exploitation susceptibles d'améliorer la production végétale et animale. Les travaux se déroulent dans 18 établissements, ce qui permet de répondre aux impératifs tant de l'ensemble du pays que de chacune des régions. Les agriculteurs canadiens peuvent choisir parmi une grande variété d'espèces fourragères et, bien que la luzerne et la fléole soient les cultures les plus en vogue, d'autres espèces sont parfois mieux adaptées à des conditions particulières du sol et du climat.

Réalisations

Une étude de 4 ans sur le rendement et la résistance aux maladies de la plupart des cultivars européens de la luzerne a été menée à terme. Les essais tenus en Colombie-Britannique, en Alberta et en Saskatchewan ont permis de trouver un cultivar suédois d'utilité temporaire à l'abri de la flétrissure verticillienne, mais qui pousse seulement en Colombie-Britannique. Aucun ne convient à l'Alberta et à la Saskatchewan, car les variétés essayées manquent de rusticité et de résistance à la flétrissure bactérienne. Les travaux de sélection d'un cultivar résistant à la flétrissure verticillienne sont en cours et les producteurs de l'Ouest devraient pouvoir semer un cultivar supérieur dès 1988.

La flétrissure verticillienne nuit considérablement à la production de la luzerne dans plusieurs des provinces canadiennes. Lors d'une étude de 2 ans, il a été trouvé que plusieurs espèces d'insectes hôtes des champs de luzerne transportaient le champignon infectieux. En effet, des spores du champignon ont été trouvées fixées sur le corps de sujets appartenant à sept espèces de ravageurs et à six espèces de prédateurs. Il y aurait lieu de considérer l'urgence de lutter contre les insectes ravageurs dans les régions à forte incidence de la maladie.

La Potentille frutescente est une mauvaise herbe très répandue dans certains pâturages naturels des piémonts de l'Alberta, notamment dans les secteurs surpâturés. Elle nuit à la croissance des graminées et au pâturage. L'application expérimentale d'herbicides depuis 1979 a montré que la hexazinone, un ester du 2,4-D, et que le 2,4-D mélangé au dichlorprop assuraient un contrôle presque parfait sur cette mauvaise herbe. L'application du glycophosphate au moyen d'une mèche donne aussi de bons résultats.

Research on forage crops includes breeding and evaluating new cultivars and developing management techniques that improve production of crops and livestock. Research is conducted at 18 research stations, thereby ensuring that national and regional needs are met. Canadian farmers can therefore choose from a wide variety of forage crop species. Although alfalfa and timothy are the most popular crops, other species are sometimes better adapted to particular conditions of soil and climate.

Accomplishments

A 4-year study of yield and disease resistance of the most promising European cultivars of alfalfa has been completed. Trials in British Columbia, Alberta, and Saskatchewan have identified one Swedish cultivar suitable for stop-gap control of verticillium wilt, but only in British Columbia. No suitable cultivars were identified for use in Alberta or Saskatchewan, as those tested lacked winterhardiness and resistance to bacterial wilt. Breeding for verticillium wilt resistance is continuing, and western producers can expect to have a superior cultivar available for seeding by 1988.

Verticillium wilt has recently become a serious threat to alfalfa production in several provinces of Canada. In a 2-year study, several insects commonly found in alfalfa fields were identified as being capable of transmitting the verticillium wilt fungus. Fungal spores were found on the bodies of nine species of pest insects and six species of predatory insects. Therefore, the need for control of insect pests in areas where the disease is prevalent on alfalfa should be reassessed.

Shrubby cinquefoil is a serious weed on some natural grassland sites in the cattle range of the Alberta foothills, particularly where overgrazing has occurred. It reduces grass growth and also interferes with grazing. Herbicide trials started in 1979 showed that hexazinone, a 2,4-D ester, and 2,4-D plus dichlorprop gave almost complete control of the shrub. Applications of glyphosate to shrubby cinquefoil with a rope-wick applicator also gave good control. Grass yields were increased where shrubby cinquefoil was controlled.

The production of forage from annual crops has been examined for the past 5 years at several locations where Black and Gray Luvisol soils occur. Oats was the best silage producer, with an average yield of 8.1 tonnes of dry matter per hectare. Sunflowers produced 7.2 tonnes per hectare, but the yields were highly variable at the various locations and among years. Triticale, a wheat–rye cross producing 6.6 tonnes per hectare, outyielded both wheat at 6.2 tonnes per hectare and spring rye at 5.9 tonnes per hectare. Corn, peas, and fababeans produced 5.5, 5.1, and 5.0 tonnes per hectare, respectively. However, peas and fababeans produced more protein per hectare than did any of the other crops. Delayed seeding of early maturing cereal crops resulted in increased forage yields. Forage yields decreased when cereal harvesting was delayed beyond the soft dough stage of growth. To obtain maximum yields of forage from cereal crops, higher levels of nitrogen and phosphorus were required than were needed when the same crops were harvested as grain. The amount of protein in the forage was directly related to the amount of nitrogen applied to soils with low fertility.

Methods are being developed for conserving better quality forage in areas where field drying of good-quality hay is difficult because of the frequency of rain at harvesting time. Experiments have shown that direct-cut alfalfa at about 80% moisture can be ensiled successfully when treated with 0.5% formic acid; silage of identical quality was also prepared by wilting alfalfa to about 65% moisture and ensiling it in concrete stave-tower silos. Good-quality hay was obtained by baling alfalfa in large round bales at 30% and 38% moisture and treating it with 1% anhydrous ammonia. A commercial product supplying only 0.03% propionic acid was ineffective, but 0.3% propionic acid was useful for hay containing less than 25% moisture. Careful use of these methods can preserve high-quality forages and help to reduce the amount required and thus the cost of feeding concentrates to ruminants.

Characterization of the antigens in eight strains of *Rhizobium meliloti* was accomplished by using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA). Antibodies were selectively removed from antisera by extensive reciprocal adsorptions with heterologous cells. Four of the strains were found to possess distinctive antigens, and seven different combinations of antigens were found among the eight strains. The work has permitted identification of two strains selected for use in inoculants specifically recommended for the soil and environmental conditions of both eastern and western Canada. Two strains of *R. meliloti* are currently used separately in commercial inoculants—BALSAC for eastern Canada and NRG-185 for western Canada. The ELISA technique was used to determine the competitive ability of these two strains. The results suggest that both strains have equal competitive ability but that they are somewhat antagonistic. Therefore, decreased nodulation and slower plant growth result when both are present in the same inoculum. Accordingly, the use of these two strains in a single inoculant is not recommended because the combination could negate any yield advantage the individual strains have on a regional basis.

Clearcut logging involves the removal of all trees at the time of harvest. This operation disturbs the soil sufficiently to make the seeding of forage species possible. These clearcut areas can therefore be a valuable forage resource for range cattle until the new forest canopy closes in. The forest industry, however, has raised concerns that grass competition and grazing may be detrimental to the growth of young conifers. In response, the long-term effects of seeding and grazing on planted lodgepole pine stock are being studied. Tree mortality attributable to the presence of cattle was light in the first years following logging and has proved to be negligible after 13 years. Basal area, diameter at breast height, and volume of the lodgepole pine were all greater on grazed areas after 13 years because grazing reduced competition from herbaceous species. These same growth parameters differed little between seeded and native plots, indicating that the inhibition of tree growth by seeding was slight. Under the conditions of this study, forest regeneration, seeding, and grazing appear to be compatible.

Russian wild ryegrass; heads of tetraploid plants (*right*) are larger than those of diploid plants (*left*).

Élyme de Russie; les épis des plants tétraploïdes (à droite) sont plus gros que ceux des plants diploïdes (à gauche).

Depuis 5 ans, la production de cultures fourragères annuelles est examinée dans plusieurs zones à luvisols noirs et gris. L'avoine a été le meilleur producteur d'ensilage, avec un rendement moyen de 8,1 tonnes de matières sèches par hectare, mais le rendement a été très irrégulier d'un endroit et d'une saison à l'autre. Le triticale, un hybride du blé et du seigle qui produit 6,6 tonnes par hectare, a donné un rendement supérieur à celui du blé (6,2 tonnes par hectare) et à celui du seigle de printemps (5,9 tonnes par hectare). Le maïs, le pois et la féverole ont donné 5,5, 5,1 et 5,0 tonnes par hectare, respectivement. Le pois et la féverole ont toutefois donné un rendement protéique par hectare supérieur à celui des autres récoltes. La semence de céréales hâtives a donné un rendement fourrager accru. Celui-ci décroissait lorsque la récolte était retardée jusqu'après le stade de grain humide. Pour un rendement fourrager maximum avec des céréales, il fallait davantage d'azote et de phosphore que lorsque les mêmes cultures étaient récoltées pour le grain. La teneur protéique du fourrage variait directement avec la quantité d'azote appliquée aux sols pauvres.

On tente de perfectionner l'entreposage du fourrage dans les régions où le séchage au champ du blé de bonne qualité est compliqué par la fréquence des précipitations au moment des récoltes. Il a été établi par tests que la luzerne récoltée entière à 80 % d'humidité est ensilable lorsqu'elle est traitée avec de l'acide formique à 0,5 %; un produit ensilé de même qualité a aussi été obtenu par son préfanage jusqu'à 65 % d'humidité et par l'ensilage dans des silos en douves de béton. Du foin de bonne qualité à 30 % et 38 % d'humidité a été obtenu en le roulant en grosses balles rondes et en le traitant avec de l'ammoniac anhydre à 1 %. Un produit commercial qui contenait seulement 0,03 % d'acide propionique a été inefficace, mais de l'acide propionique à raison de 0,3 % a favorisé l'entreposage du foin qui contenait moins de 25 % d'humidité. L'utilisation judicieuse de ces méthodes facilite l'entreposage du fourrage de grande qualité et se traduit par une diminution de la quantité de concentrés requis, donc du coût d'alimentation des ruminants.

La constitution antigénique de huit souches de *Rhizobium meliloti* a été caractérisée au moyen d'un test immuno-enzymatique (ELISA). Les anticorps contenus dans les antisérums étaient sélectivement éliminés par des adsorptions poussées et croisées sur des cellules hétérologues. Quatre des souches possédaient des antigènes distincts, et sept combinaisons différentes d'antigènes ont été trouvées dans les huit souches. Les travaux ont permis de choisir deux souches à incorporer dans des inoculats recommandés spécialement pour les conditions édaphiques et environnementales de l'Est et de l'Ouest du Canada. Deux souches de *R. meliloti* sont actuellement utilisées dans des inoculats commerciaux distincts, le BALSAC dans l'est et le NRG-185 dans l'ouest. La technique ELISA a été appliquée à la détermination du potentiel concurrentiel de ces deux souches : leur potentiel est égal, mais les souches sont partiellement antagonistes. Par conséquent, moins de nodosités sont formées et la croissance des plantes est ralentie lorsque les deux souches sont présentes dans le même inoculat. Il n'est donc pas recommandé de procéder de la sorte, car la combinaison des souches peut supprimer tout gain en rendement que chacune d'elles peut apporter dans chaque région.

La coupe à blanc signifie que tous les arbres sont enlevés au moment de la récolte. Cette opération laboure le sol au point de rendre possible l'ensemencement d'espèces fourragères. Les zones coupées à blanc peuvent donc constituer une source précieuse de fourrage pour le bétail en paissance jusqu'à l'établissement de la nouvelle couverture forestière. Cependant, l'industrie forestière a manifesté de l'inquiétude, car elle craint que la croissance des jeunes conifères soit entravée par le pâturage et la concurrence des graminées. C'est pourquoi les effets différés des semis et du pâturage sur un stock planté de pins lodgepole sont présentement étudiés. La mortalité attribuable à la présence de bétail fut légère au cours des premières années suivant la coupe et s'est avérée négligeable après 13 ans. Au bout de cette période, la surface terrière, le diamètre à hauteur d'homme et le volume des arbres étaient tous supérieurs dans les zones pâturées qu'ailleurs, parce que le pâturage freinait la concurrence exercée par les plantes herbacées. Les mêmes paramètres de croissance ont peu différé entre les parcelles ensemencées et les parcelles naturelles, ce qui indique que l'ensemencement a peu empêché la croissance des arbres. En conclusion, la régénération forestière, l'ensemencement et le pâturage semblent compatibles dans le cadre de références choisi.

Grandes cultures

Le tabac, le pois, le haricot sec, le sarrasin et les nouvelles cultures entrent dans la catégorie des grandes cultures. On entend par nouvelles cultures celles qui ne sont pas encore produites au Canada ou qui le sont à l'échelle commerciale dans certaines parties du pays et qu'on est en voie d'implanter dans de nouvelles régions. La féverole, la lentille, la monarde et le topinambour en sont des exemples.

Le tabac est l'une des principales cultures qui entrent dans cette catégorie. Environ 47 % de la production courante est exportée. Les tabacs jaunes, burley et à cigare sont les principaux types cultivés. La recherche est axée sur l'amélioration de la productivité et de la qualité du produit, sur l'efficacité des mesures de lutte contre les ravageurs et sur la réduction de l'activité biologique du tabac qui agit sur sa qualité.

Les pois secs canadiens proviennent surtout des variétés à grains jaunes et sont destinés surtout à la consommation humaine. Nous cultivons aussi diverses variétés de haricots blancs et de couleur qui, à l'instar des lentilles, sont reconnus pour leur excellente qualité protéique. Produit à l'origine comme engrais vert, le sarrasin est aujourd'hui exporté au Japon pour l'alimentation humaine. La féverole se cultive à la fois pour l'ensilage et comme légume.

La production et la protection sont les principaux domaines de la recherche sur les grandes cultures, mais l'approche pluridisciplinaire comporte maintenant de la recherche appliquée axée sur l'innovation ou la diversification des débouchés offerts à ces cultures. Les provinces de l'Atlantique, le Québec et l'Est de l'Ontario produisent peu de protéines végétales. Aussi, la Direction générale de la recherche s'est-elle efforcée d'améliorer l'adaptabilité des cultures protéagineuses dans ces régions, donc leur rentabilité. Ces travaux profitent aussi, bien entendu, aux parties du pays où ces cultures sont bien établies.

Les recherches sur les nouvelles cultures, comme la lentille, les haricots de couleur, la gesse, le topinambour et la féverole sont regroupées dans un seul établissement. Les travaux sur les techniques culturales, la fertilité du sol et la protection s'effectuent dans les régions concernées de telle sorte que les cultivars et les lignées sont évalués dans les conditions locales.

Réalisations

L'effet obtenu en coupant le capitule des plants de tabac à différentes étapes du développement floral a été étudié dans les provinces de l'Atlantique. Un rendement accru de 12 % a été obtenu en étêtant la plante au stade de bourgeon floral étiré, par rapport à ce qui est obtenu par traitement lorsque la plante est à la première fleur ou en pleine floraison. L'étêtage au stade du bourgeon floral étiré augmente aussi de 20 % la teneur en alcaloïdes. Les plants étêtés à ce stade et au stade de la première fleur produisent du tabac jugé supérieur pour ses qualités physiques à celui des plants étêtés en

Field crops

Tobacco, field peas, field beans, buckwheat, and new crops are classified as field crops. Crops that are classified as new are either not yet established in Canada or are being introduced into new growing areas from other locations in Canada where they are already being grown commercially. Fababeans, lentils, monarda, and Jerusalem artichokes are examples of new crops.

Tobacco is a major field crop. About 47% of the normal production is exported. Flue-cured, cigar, and burley tobaccos are the main types grown. Research is directed toward improvement of production efficiency and product quality, effectiveness of pest control measures, and reduction of biological activity of tobacco as it relates to quality.

Canadian field peas, mainly yellow varieties, are used chiefly as human food. Various white and colored beans, as well as lentils, are grown to provide an excellent dietary source of protein. Buckwheat, originally grown as a green-manure crop, is now exported as seed to Japan for use as food. Fababeans are grown as both a silage crop and a vegetable.

Production and protection are key areas of research on field crops, but the multidisciplinary approach now includes research on the development of new or expanded uses for field crops. The Atlantic Provinces, Quebec, and eastern Ontario are regions that do not grow many protein crops. Consequently, the Research Branch has been active in improving the adaptability of protein crops to these areas and hence their profitability. This research, of course, also benefits the regions where protein crops are well established.

Research on new crops such as lentils, colored beans, *Lathyrus* species, Jerusalem artichokes, and fababeans is concentrated at one location, whereas work on crop management, soil fertility, and crop protection is done regionally so that cultivars and lines can be evaluated under local conditions.

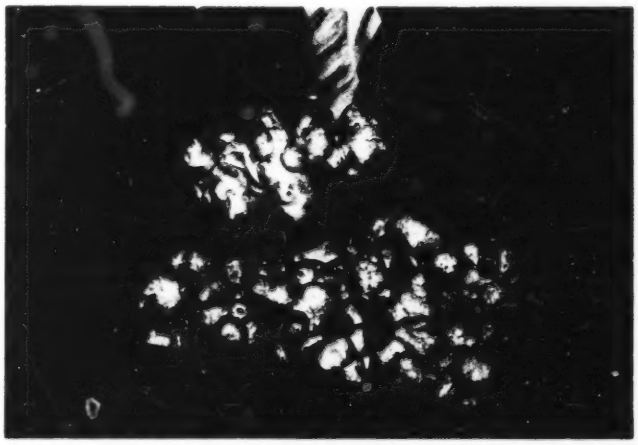
Accomplishments

The effect of removing the floral head from tobacco (topping) at different stages of floral development was studied in the Maritime Provinces. A 12% increase in yield resulted by topping tobacco when the flowers were at the stretch-bud stage over that obtained by topping at first or full flower. Topping at the stretch-bud stage also increased the alkaloid content in tobacco by 20%. Tobacco topped at the stretch-bud stage and at first flower produced tobacco with better physical quality ratings than tobacco topped at full flower. These results demonstrate that topping tobacco at the stretch-bud stage provides the benefits of increased yield and a product with higher chemical quality.

The Delhi Engineering Research Group (DERG), jointly funded by the Ontario Flue-Cured Tobacco Growers' Marketing Board and the Canadian Tobacco Manufacturers' Council, completed a study comparing hand and mechanical harvesting of flue-cured tobacco under three curing systems. Loss of leaf material during mechanical harvesting was 6.8–9.1%. However, the total green weight obtained from all passes of the harvester, that is, the total harvest weight plus the weight of leaf material lost at harvest (gleanings), was not affected significantly by the action of the harvester. However, the ratio of green weight to cured weight was higher for mechanically harvested than for hand-harvested leaves, thereby showing that greater loss occurred through the curing of mechanically harvested leaves in bins. Differences in this ratio, in fact, indicated that within bins, the loss incurred through curing mechanically harvested tobacco was at least 300 kilograms (11%) per hectare. Hand-harvested tobacco was also graded slightly higher than mechanically harvested tobacco, and hand-harvested tobacco cured in bulk racks was graded slightly higher than hand-

Capsules of a roadside weed, evening primrose (*Oenothera biennis*), bear seeds that have a high content of oil containing a valuable pharmaceutical (α-linolenic acid).

Les capsules d'une mauvaise herbe, l'onagre bisannuelle (*Oenothera biennis*) renferment des graines qui ont une forte teneur en huile contenant un produit pharmaceutique d'une grande valeur (α-acide linolénique).



Tubers of the Jerusalem artichoke cultivar Challenger are more elongated and smoother than those of older cultivars.

Les tubercules du cultivar de topinambour Challenger sont plus allongés et plus lisses que ceux des anciens cultivars.

pleine floraison. Ces résultats montrent que l'étêtage au stade de bourgeon floral étiré augmente le rendement et améliore aussi la qualité chimique du produit.

Le groupe de recherches techniques de Delhi, financé conjointement par l'Office du tabac jaune de l'Ontario et le Conseil canadien des fabricants de tabac, a terminé son étude comparative de la cueillette mécanique et manuelle de tabac jaune avec trois systèmes de séchage. La perte de matériel foliaire lors de la cueillette mécanique était de 6,8 à 9,1 %. Cependant, le poids vert total obtenu à la fin de tous les passages de la récolteuse, soit le poids total récolté plus le poids du matériel foliaire perdu à la cueillette (glanures), n'était pas lié de façon significative au fonctionnement de la machine. Par ailleurs, le rapport poids net/poids séché était supérieur quand la récolte était mécanique plutôt que manuelle, ce qui indiquait qu'il y avait plus de perte par séchage dans les silos des feuilles recueillies mécaniquement. En fait, les écarts observés à ce titre montrent que dans les silos, les pertes éprouvées lors du séchage du tabac cueilli mécaniquement étaient d'au moins 300 kg par hectare (11 %). Le tabac recueilli à la main a été jugé de qualité légèrement supérieure à l'autre et la partie séchée sur des supports a de même été jugée légèrement supérieure à celle séchée sur des treillis. Le rendement brut par hectare du tabac cueilli mécaniquement et séché dans les trémies était inférieur d'environ 2 200 $ à celui du tabac cueilli à la main et séché sur des supports, et d'environ 1 700 $ à celui du tabac cueilli à la main et séché sur des treillis.

On a distribué le Challenger, un cultivar tardif de topinambour cultivé pour la tête et pour les tubercules. Malgré un rendement inférieur de 10 % en tubercules par rapport au Columbia, un cultivar distribué antérieurement, le rendement en têtes s'est accru de 60 %. Comme ce cultivar est tardif, les têtes sont encore au stade végétatif quand les tubercules sont prêts pour la récolte et elles peuvent donc être récoltées en premier, et servir d'aliment au bétail sans nuire au rendement ou à la qualité des tubercules. Ceux du Challenger sont plus allongés et moins noueux que ceux du Columbia. Ils se récoltent donc mieux, retiennent moins de terre et se nettoient mieux. C'est un cultivar qui devrait favoriser l'implantation du topinambour, un légume qu'on peut consommer frais ou qui peut servir à la production de fructose, d'isolats protéiques, de farine, d'aliment pour le bétail ou de matière première pour l'obtention d'éthanol.

Le Victoria, un cultivar de pois sec (*Pisum sativum*), a été homologué en 1984. Il a été mis au point en Suède par croisement du Weitar et du Lotta. C'est un pois jaune, petit à moyen et de qualité acceptable pour la cuisson. Il donne un bon rendement dans la région Atlantique.

Il a été trouvé que l'ensemencement hâtif confère de meilleures qualités de cuisson au pois sec. L'effet inverse est observé lorsque certaines conditions causent un rapetissement de la semence et nuisent au processus normal de maturation : il y a les hautes températures anormales, le bouturage des pieds et le temps frais et couvert avec de graves infections de mildiou.

Légumes

Les légumes sont cultivés dans plus de 17 000 exploitations agricoles et sur environ 228 000 hectares au Canada. À cause de nos saisons de croissance relativement courtes et fraîches, ce sont les variétés apparentées au chou (le brocoli, les choux de Bruxelles, le chou, le chou-fleur), les carottes, le céleri, la laitue, l'oignon, le pois, les fèves et le maïs qui sont les mieux adaptés aux conditions régnant au Canada. Les légumes qui poussent en environnement protégé, notamment le concombre et la tomate, occupent aussi une part importante du marché.

La recherche sur les légumes est menée dans des établissements implantés dans des régions vitales de toutes les provinces. Les buts cherchés comprennent notamment l'amélioration de la production et de la protection, et l'amélioration de la qualité, particulièrement sur le marché intérieur, mais aussi sur le marché d'exportation; c'est le cas particulièrement des pommes de terre de semence. Les objectifs sont atteints par un meilleur rendement énergétique du matériel de récolte, la mise au point de méthodes de gestion des récoltes (notamment la lutte intégrée contre les ravageurs), l'identification des cultivars adaptés, l'amélioration de la lutte contre les mauvaises herbes, les garanties de qualité des produits par un meilleur dépistage des maladies et la surveillance des ravageurs.

Réalisations

Des expéditions internationales menées au Mexique pour recueillir des espèces de pommes de terre ont conduit à la redécouverte de quatre espèces, à la découverte de plusieurs nouvelles espèces et à l'extension des aires géographiques d'autres espèces connues. Les nouvelles collections seront examinées pour trouver les traits dominants et seront mises à la disposition des sélectionneurs et des chercheurs. Les sélectionneurs canadiens font un emploi généreux d'espèces mexicaines et sud-américaines de pommes de terre. L'analyse du pedigree de 27 cultivars canadiens à l'aide d'une nouvelle base de données informatiques a révélé que 17 de ces cultivars comprenaient trois cultivars andins primitifs et neuf espèces sauvages.

Les boutures de la tige de pomme de terre utilisées pour la multiplication des stocks exempts de maladies ont un taux de survie supérieur quand les feuilles sont conservées sur la bouture. Le plus souvent, la propagation par bouturage se fait avec l'enlèvement des feuilles les plus grandes afin de réduire la superficie foliaire et, donc, de limiter les pertes en eau par évapotranspiration. Cependant, les boutures se flétrissent et produisent un appareil radiculaire très imparfait. Il est donc préférable de garder les boutures intactes.

L'efficacité du test immuno-enzymatique (ELISA) a été établie au cours de relevés importants menés pour identifier les variétés responsables du complexe de maladies de la mosaïque observées sur les cultures commerciales de pommes de terre. Une constatation importante, c'est que des souches nocives du virus X de la pomme de terre (PVX) sont très répandues et qu'elles causent l'apparition de la mosaïque sur le principal cultivar Russet Burbank.

Par hybridation interspécifique, on est parvenu à transférer du rutabaga au chou, un gène dominant responsable de la résistance à l'agent pathogène de la hernie, le *Plasmodiophora brassicae* race 2. Il y a peu de temps, ce gène avait été aussi transmis au brocoli et au chou-fleur. Les travaux d'amélioration des lignées résistantes à la hernie par réduction de la teneur en glucosinate, sont engagés.

Au cours d'études menées ces 3 dernières années, le repiquage de deux et trois plants de brocoli par unité de transplantation a donné un rendement nettement accru en regard de celui des plants uniques. Avec les espacements couramment respectés dans les champs de brocoli de la région de l'Atlantique, le rendement des plants multiples a dépassé d'au moins 25 à 50 % celui des plants uniques. En outre, les rendements élevés par plants multiples sont obtenus sans recours aux espacements rapprochés, qui nécessitent beaucoup plus d'unités de transplantation. Ainsi, avec des espacements entre 37 × 75 et 45 × 90 centimètres, les plants multiples ont donné des rendements égaux à ceux obtenus avec des plants uniques disposés de façon plus rapprochée (30 × 60 centimètres). Les grilles serrées nécessitent de 50 à 125 % plus d'unités de transplantation. Les brocolis obtenus des plants multiples étaient

harvested tobacco cured on lath. Gross returns per hectare were about $2200 less for mechanically harvested tobacco cured in bins than for hand-harvested tobacco cured in racks and about $1700 less than for hand-harvested tobacco cured on lath.

Challenger, a late maturing, dual-purpose cultivar of Jerusalem artichoke, has been released. Although the yield of tubers from Challenger is about 10% less than that from Columbia, a previously released cultivar, the yield of tops is 60% greater. Because it is late maturing, the tops are still in a vegetative stage at the time the tubers are ready to harvest and may first be harvested as a livestock feed without reducing the yield or quality of tubers. The tubers of Challenger are more elongated and less knobby than those of Columbia. They are therefore easier to harvest, have less soil adhering to them, and are easier to clean. This cultivar should contribute to a greater acceptance of this new crop, which can be used as a fresh vegetable or for production of fructose, protein isolates, flour, or animal feed or as a feedstock for ethanol production.

Victoria, a cultivar of field peas (*Pisum sativum*), was licensed in 1984. This cultivar was developed in Sweden, the result of a cross between Weitar and Lotta. It is a yellow, small to medium, round pea with acceptable cooking quality. It has been a good-yielding cultivar in the Atlantic region.

Early seeding of field peas was found to result in better cooking quality than later seeding. Cooking quality was also found to be reduced by conditions that reduced seed size and affected the normal maturation process. These conditions included abnormally warm temperatures, early cutting of vines, and cool cloudy weather accompanied by severe infections of mildew.

Vegetables

Vegetables are grown across Canada on more than 17 000 farms. Some 228 000 hectares are devoted to vegetable crops. Because of a short season of relatively cool temperatures, vegetables best adapted to conditions in Canada include cole crops (broccoli, Brussels sprouts, cabbage, cauliflower), carrots, celery, lettuce, onions, peas, beans, and corn. Vegetables that grow in a protected environment are also of importance, in particular cucumbers and tomatoes.

Research on vegetables is conducted at establishments located in key areas of all provinces. Specific goals include an increase in the efficiency of production and protection and the improvement of quality, in the domestic market in particular but also in the export market, especially in the case of seed potatoes. These goals are accomplished by increasing the energy efficiency of harvesting equipment, developing crop management packages (including integrated pest management), identifying adapted cultivars, improving weed control, and ensuring product quality by improved disease testing and pest monitoring.

Accomplishments

Results of international expeditions to Mexico to collect potato species include the rediscovery of four species, the discovery of several new species, and an extension of the known ranges of other species. The new collections will be evaluated for priority traits and will be made available to breeders and researchers. Canadian potato breeders make considerable use of species from Mexico and South America. Analysis of the pedigrees of 27 Canadian-bred cultivars, with the use of a new computerized data base, shows that 17 of these cultivars include three primitive Andean cultivars and nine wild species.

Potato stem cuttings used for multiplication of disease-free stocks have a better survival rate when the leaves are not trimmed from the cutting. Propagation by cuttings usually entails removing the larger leaves to reduce the leaf area, which thereby minimizes the loss of water through transpiration. Potato stem cuttings, however, respond to pruning by wilting and by producing a very poor root system. Therefore, leaving the potato cuttings intact is the best method.

Parsnip petiole canker, caused by *Phoma complanata*. Discolored areas on the petiole contain spore tendrils of the fungus.

Chancre du pétiole du panais dû à *Phoma complanata*. Les régions décolorées du pétiole renferment des spores du champignon.

Studies have demonstrated the effectiveness of the enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) in large-scale field surveys to identify the viruses responsible for the mosaic disease complex in commercial potato cultivars. A significant observation has been that severe strains of potato virus X (PVX) are widespread and are a cause of mosaic in the principal cultivar Russet Burbank.

Through interspecific hybridization, a dominant gene responsible for resistance to the clubroot pathogen *Plasmodiophora brassicae* race 2 was transferred from rutabaga to cabbage. Recently, this dominant gene for clubroot resistance was also transferred to both broccoli and cauliflower. Work to improve the quality of the clubroot-resistant breeding lines by reducing the glucosinolate content is under way.

Use of two and three broccoli plants per transplant unit has increased yield markedly over that obtained through use of single plants in studies over the past 3 years. At spacings normally used by Atlantic broccoli growers, yields from multiple plants are at least 25–50% higher than those from single plants. Also, the high yields from multiple plants are obtained without the use of close spacing, which demands significantly more transplanting units. At spacings of 37 × 75 to 45 × 90 centimetres, multiple plants gave yields equal to those obtained from single plants spaced more closely at

d'une belle qualité et d'une belle grosseur commercialisable. Des résultats encourageants ont été obtenus avec les sept cultivars testés en 1984.

Des études ont montré que le stockage en atmosphère modifiée améliore les qualités de conservation du chou d'hiver sans effet organoleptique ou goitrogénique. Deux troubles physiologiques ont été identifiés sur des choux stockés dans des pièces réfrigérées ordinaires, soit une moucheture grise et une veinure. L'entreposage en atmosphère modifiée supprime ce problème et a en outre pour effet, de modifier la teneur en glucosinolate du chou d'hiver. Les choux entreposés dans ces conditions contenaient de la goitrine et des isothiocyanates volatils à une certaine concentration, qui s'est abaissée après 122 jours d'entreposage. Au bout d'une période intermédiaire, les choux conservés en atmosphère modifiée contenaient eux aussi davantage d'isothiocyanates que les choux conservés dans les pièces réfrigérées ordinaires. Les variations de concentration du glucosinolate n'ont pas atteint les proportions observées avec la goitrine et n'ont pas, non plus, eu d'effet notable sur le goût du chou. Ainsi, l'entreposage en atmosphère modifiée constitue une façon de réduire les pertes au stockage et de prolonger la durée de conservation des choux.

La production annuelle de panais en Ontario, estimée à 2 200 tonnes, a subi un vif déclin au cours des 2 dernières années à cause d'une maladie provoquant l'affaissement de la partie aérienne des plantes et le pourrissement des racines durant l'entreposage. Le *Phoma complanata* est le responsable du chancre des pétioles et des racines, et des taches sur les feuilles du panais. Il s'agit du premier cas rapporté d'infestation du panais par *P. complanata* en Amérique du Nord. Après un traitement avec une suspension de la spore de ce champignon, le taux de germination en boîtes de Pétri ainsi que le taux d'émergence dans le sable ou la terre des cultivars Harris Model et Hollow Crown furent significativement réduits.

Des études sur la culture de l'asperge ont établi la supériorité des cultivars européens sur les cultivars nord-américains. Elles ont aussi révélé que l'Île-du-Prince-Édouard avait un bon potentiel de production et que cette culture avait beaucoup progressé en superficie dans la région côtière sud de la Colombie-Britannique. Dans l'Île-du-Prince-Édouard, le rendement en produits commercialisables a dépassé 2 500 kilogrammes par hectare en 1983 et a atteint 4 000 kilogrammes par hectare en 1984. Les hybrides qui ont fourni les meilleures performances sont l'Aneto (de France), le Lucullus (d'Allemagne) et le Larasc (de France). En Colombie-Britannique, les cultivars Schwetzinger Meisterchus, Limburgia et Lucullus ont donné les meilleurs rendements et ont produit des pointes de qualité supérieure.

Arbres fruitiers et baies

Plusieurs cultures horticoles d'importance économique pour l'ensemble de l'agriculture canadienne sont regroupées sous cette désignation. Plus de 14 000 producteurs d'un bout à l'autre du pays récoltent la pomme, l'abricot, le bleuet, la cerise, le raisin, la pêche, la poire, la prune, la fraise, la framboise et plusieurs fruits indigènes. Toutes ces cultures trouvent un débouché d'importance variable dans l'industrie de la transformation.

La recherche sur les arbres fruitiers et les baies a lieu à proximité des centres de production et vise à améliorer la croissance en vue du marché domestique et du marché de l'exploitation. Elle s'attache à tous les aspects de la production, de la protection et de la qualité des fruits frais ou transformés. Elle touche à la sélection et à l'évaluation de nouveaux cultivars, au polissage des stratégies de lutte contre les ravageurs, au perfectionnement des techniques de gestion des récoltes, à la mise au point de méthodes diagnostiques et de dépistage des maladies et au perfectionnement des techniques de production.

Réalisations

Un essai d'une durée de 17 ans a montré que la taille pour limiter la croissance des pommiers pourrait être beaucoup plus radicale que la pratique courante. La production annuelle d'un cultivar Spartan sur une souche semi-vigoureuse d'Alnarp 2 a donné le meilleur rendement annuel par hectare aux espacements les plus rapprochés (1,8 et 2,0 mètres d'écart entre les arbres). Un espacement légèrement supérieur finit par produire un rendement semblable au précédent, mais à 4,3 et 4,9 mètres, les rendements par unité de surface sont toujours inférieurs à ceux des espacements les plus rapprochés, après 17 ans. Il a fallu pratiquer une taille radicale pour limiter la croissance des arbres les plus rapprochés. Dans l'ensemble, ce cultivar fort coloré était d'excellente qualité, malgré le calibre légèrement réduit des fruits produits sur les arbres taillés l'été pour limiter la croissance.

Au cours de relevés dans les vergers de la vallée de l'Okanagan en 1984, 10 genres de nématodes phytoparasites ont été identifiés dans des échantillons des racines et du sol provenant de la rhizosphère autour d'arbres chétifs et d'arbres vigoureux. La plupart des genres ont été observés dans seulement quelques échantillons et en faible densité. Toutefois, on dénombrait plus de 300 nématodes de la lésion des racines par 200 centimètres cubes du sol ou par gramme du matériel radiculaire frais dans 21 % des échantillons. À cette concentration, on a la démonstration expérimentale d'une importante atrophie suivie d'une nécrose des racines, observées sur les semis de pommier repiqués dans des sols non stérilisés.

Sinon des différences mineures de nuance, aucune variation de couleur n'était perceptible parmi 18 souches McIntosh examinées pour le dépistage du brunissement du cœur, un trouble qui suit la cueillette, et évaluées pour leur couleur et leur fermeté, les deux plus importants facteurs de qualité de la pomme. Les souches Spur prenaient un rouge légèrement plus foncé que les autres et les souches Bright McIntosh et Marshall avaient une couleur de fond peu accentuée, pour produire un fruit à la peau légèrement plus rosée et à la pulpe plus blanche que les autres. Le calibre des fruits était pris en considération lors de l'examen de fermeté et de dépistage parce qu'il existe une corrélation établie entre ces trois facteurs. La Macspur était la seule souche aux fruits moins fermes, apparemment parce que ceux-ci arrivent plus vite à maturité. La souche Dewar résistait mieux au brunissement que les autres.

Il fallait un cultivar de pêche mieux adapté à la saison fin juillet; c'est pourquoi le Harrow Diamond, un nouveau cultivar pour le marché des fruits frais, a été introduit. Ce cultivar a obtenu une bonne performance lors d'essais locaux dans les principales régions productrices du sud de l'Ontario, offrant un meilleur rendement que les cultivars actuels qui mûrissent à la même saison. Plusieurs traits génétiques importants ont été incorporés dans ce nouveau cultivar, notamment la rusticité, la productivité, la résistance aux maladies et le port de l'arbre, avec l'obtention de savoureux fruits de taille moyenne, à la peau de couleur attrayante et assez ferme pour supporter le transport. La chair jaune résiste au brunissement et n'adhère pas au noyau quand le fruit est à pleine maturité. En outre, il y a très peu de fendillement des noyaux, ce qui réduit substantiellement les rejets lors de la cueillette.

Dans un programme de sélection, les examens histopathologiques et histochimiques d'une étude portant sur les paramètres qui servent à déterminer rapidement jusqu'à quel point les semis de pêcher sont résistants au chancre ont permis de déceler un tissu qui avait échappé à l'observation jusqu'ici et qui se forme après une blessure ou une infection. Ce tissu contient de la subérine, un polymère cireux qui crée une barrière étanche entre les tissus vivants et les tissus nécrosés. L'apparition de cette zone limitrophe a une importance critique car elle réunit les conditions internes nécessaires à la formation d'un nouveau périderme. En outre, c'est

30 × 60 centimetres. The closer spacing requires 50–125% more transplanting units. Heads produced from multiple plants were of good marketable size and quality. Favorable results with multiple plants were obtained for all seven cultivars tested in 1984.

Storage studies show that controlled-atmosphere (CA) storage improves the keeping quality of winter cabbage without causing adverse organoleptic or goitrogenic effects. Two physiological disorders, gray speck disease and vein streaking, were identified on cabbages kept in a conventional cold storage. CA storage eliminated the problem. CA storage also modified the glucosinolate content of winter cabbage. At the beginning of storage, CA cabbages contained higher levels of goitrin and volatile isothiocyanates. Subsequently, after 122 days of storage, the CA cabbages contained less. In the intermediate storage period, the CA cabbages also had more isothiocyanates than the cold-storage cabbages. The changes in glucosinolate levels did not reach goitrogenic proportions nor did they noticeably affect the taste of the cabbage. CA storage is therefore a way of reducing storage losses and extending the storage life of cabbage.

Annual production of parsnips in Ontario, estimated at 2200 tonnes, has declined sharply during the past 2 years because of a disease that causes the collapse of aboveground portions of affected plants, as well as the decay of diseased roots in storage. *Phoma complanata* was identified as the causal agent of canker occurring on the petioles and roots, and of leaf spots on parsnip. This instance is the first report of *P. complanata* on parsnips in North America. In other studies, cultivars Harris Model and Hollow Crown showed significant reductions in seed germination in Petri dishes and in emergence in sand or soil when treated with a spore suspension of the fungus.

Studies on asparagus have shown that European cultivars are superior to those developed in North America. The studies also showed potential for asparagus production in Prince Edward Island and a significant increase in area under production in south-coastal British Columbia. In Prince Edward Island, marketable yields exceeded 2500 kilograms per hectare in 1983 and reached 4000 kilograms per hectare in 1984. The best-performing hybrids were Aneto from France, Lucullus from Germany, and Larasc from France. In British Columbia, the cultivars Schwetzinger Meisterchus, Limburgia, and Lucullus produced the greatest yields and had superior spear quality.

Tree fruits and berries

Tree fruits and berries include several crops of economic importance to Canadian agriculture. More than 14 000 growers across Canada produce fruit crops such as apples, apricots, blueberries, cherries, grapes, peaches, pears, plums, strawberries, raspberries, and several native fruits. All of these fruit crops are used to some extent in the processing industry.

Research on tree fruits and berries is conducted close to production centres and is designed to increase the efficiency of growing for domestic and export markets. Research therefore entails the study of all aspects of production, protection, and quality of produce, both fresh and processed. It includes the development and evaluation of new cultivars, the refinement of pest management strategies, the improvement of crop management techniques, the development of improved disease testing and diagnostic procedures, and the refinement of production techniques.

Accomplishments

Results from a 17-year trial show that the containment pruning of apple trees could go far beyond what has been accepted practice. On a semivigorous Alnarp 2 rootstock, annual production of Spartan cultivar per hectare at the closest spacings of 1.8 and 2.0 metres between trees has consistently been the highest. Wider spacings do gradually produce yields similar to those obtained from the more closely planted trees, but at 4.3 metres and 4.9 metres, yields were still, after 17 years, less than those produced at the closer spacings, on a unit area basis. Severe containment pruning has been required at the closer spacings. The quality of this highly colored cultivar has generally been excellent, although the fruit size was slightly depressed where summer pruning was used as part of the containment-pruning practice.

In a 1984 survey of Okanagan orchards, 10 genera of plant-parasitic nematodes were identified from samples of tree roots and rhizosphere soil around poorly growing trees and vigorous trees. Most genera were found in only a few samples and in low densities. However, the density of root-lesion nematodes was above 300 per 200 cubic centimetres of soil or per gram of fresh root weight in 21% of the samples. This level has been shown experimentally to cause significant stunting and root necrosis of apple seedlings growing in unsterilized soil.

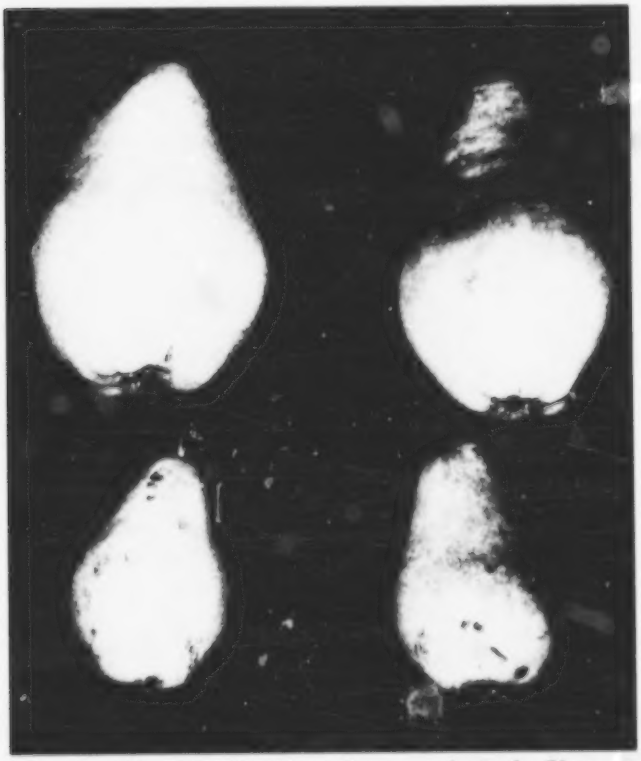
No color variation, except for minor differences in tone, was found in 18 McIntosh strains tested for coreflush, a postharvest disorder, as well as for color and firmness, the two most important factors determining apple quality. Spur strains were slightly darker red than the others, and Bright McIntosh and Marshall strains had light ground color resulting in rosier red skin and whiter flesh. Size was considered in the evaluation of firmness and coreflush, because all three characteristics are correlated. Macspur was the only strain that deviated in firmness from the group. It was softer, because it appears to mature earlier than the others. Dewar strain was more resistant to coreflush than were the others.

Harrow Diamond, a new peach for the fresh market, was introduced to meet the need for a better-adapted cultivar for the late July season. Harrow Diamond has performed well in regional trials in the main peach-producing areas of southern Ontario, surpassing currently grown cultivars ripening in the same season. Several important genetic traits were incorporated into this new cultivar, including improved cold hardiness, productivity, disease resistance, and tree structure, combined with attractively colored and well-flavored fruit of medium size with adequate firmness for shipping. Additional attributes include yellow flesh that resists browning and does not adhere to the pit when the fruit is fully ripe. Furthermore, the fruit of Harrow Diamond has a very low incidence of split pits, which substantially reduces the amount of cullage at harvest.

In a study to define parameters for quickly and quantitatively determining canker disease resistance of peach seedlings in a breeding program, histopathological and histochemical examination of stems revealed a previously unknown tissue that is formed in response to wounding or infection. The tissue contains suberin, a wax polymer that imparts an impervious quality to the boundary between living and dead tissues. Formation of this boundary zone is critical because it provides the internal conditions necessary for formation of new periderm. In addition, this tissue appeared to be resistant to fungal colonization. Rapid formation of the tissue was found to be associated with the resistance of several peach varieties to canker.

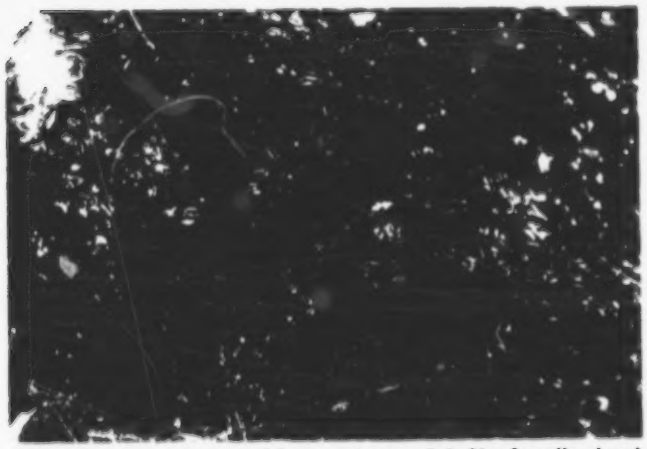
The breeding of sweet cherries has produced two high-quality cherry selections that extend the season in British Columbia or are of a new fruit type. Selection 13S-22-8 combines the very late ripening trait with self-fertility, firmness, large fruit size, and high yields. It matures 10 days later than the latest commercial variety Lambert, but is of similar quality. Late maturing cherries are potentially important to growers in British Columbia because these species give access to southern markets when competitors have finished marketing. Selection 13S-39-15 has extremely large fruit

un tissu qui semble résister à l'infection fongique. Un rapport a été observé entre la formation rapide de ce tissu et la résistance de plusieurs variétés de pêcher au chancre.



The pear cultivar Spartlet (*above*) shows promise in the Okanagan area of British Columbia. Spartlet pears are larger, mature later, and can be stored for longer periods than Bartlett pears (*below*).

Le cultivar de poire Spartlet (ci-dessus) s'annonce prometteur dans la région de l'Okanagan (Colombie-Britannique). Les poires sont plus grosses, elles arrivent à maturité plus tard et peuvent être entreposées pendant de plus longues périodes que les poires Bartlett (ci-dessous).



Lingonberries are harvested from native stands in Newfoundland and are exported mainly to Europe.

Les lingonnes sont récoltées dans des peuplements indigènes à Terre-Neuve et elles sont exportées surtout en Europe.

Les croisements ont permis d'obtenir deux sélections de cerisier doux de grande qualité qui vont prolonger la saison en Colombie-Britannique ou qui forment un nouveau type de fruit. La sélection 13S-22-8 offre les qualités d'une maturité très tardive alliée à l'auto-fécondation, la fermeté, le gros calibre du fruit et le rendement élevé. Elle parvient à maturité 10 jours plus tard que la variété Lambert, la plus tardive, mais elle est de même qualité. Les cerisiers tardifs pourront se montrer importants pour les producteurs de la Colombie-Britannique parce que ce sont des espèces qui donnent accès aux marchés du sud après que les compétiteurs se sont retirés. La sélection 13S-39-15 produit des fruits énormes (15 grammes), d'un très bon goût et d'une attrayante couleur rouge rosée. Le fruit ne noircit pas. Ce type de cerisier fournit aux producteurs un fruit commercialisable qui reste rouge quand il est à pleine maturité, une caractéristique qui rehausse ses qualités organoleptiques. La grosseur et le caractère distinctif des fruits devraient constituer un avantage commercial pour ce cultivar.

Le Spartlet, un plant de poirier découvert en 1964 au Michigan, offre un beau potentiel comme poirier du milieu de l'hiver aux producteurs de la région de l'Okanagan. Il produit un gros fruit, pesant souvent plus de 400 grammes, d'une forme semblable à celle de la Bartlett, se récolte 2 semaines après celle-ci (ce qui lui permet d'atteindre toute sa taille) et peut être entreposé 60 à 90 jours de plus. Cependant, l'entreposage plus prolongé produit une brûlure par vieillissement, un trouble observé aussi chez la poire Bartlett. La Spartlet à maturité prend un jaune luisant souvent empourpré. Elle a un arôme plus subtil que celui de la Bartlett et son acidité supérieure lui donne plus de piquant. À cause de sa grosseur, la Spartlet devrait être fort attrayante si elle était vendue en spécialité.

L'éclaircie chimique des poiriers Bartlett est plus rapide et plus économique que l'éclaircie à la main. Cependant, l'industrie horticole a manifesté certaines inquiétudes à propos de la qualité à l'entreposage des poires éclaircies chimiquement. Une étude comparative de 4 ans n'a révélé aucune différence significative qui puisse soulever des inquiétudes sur le plan commercial. L'agent d'éclaircie était le napthalèneacétamide. Le fermeté des fruits au moment de la récolte et après l'entreposage (60 jours à 0 °C) était légèrement inférieure pour les poires traitées chimiquement. La méthode d'éclaircie n'avait aucun effet sur le brunissement de la chair, un bon indicateur de la maturité du fruit, ni sur la concentration en solides solubles ou sur l'acidité titrable. Au cours d'une saison, la peau était plus jaune à la récolte et 7 jours après, à 20 °C. Cependant, aucun des effets observés n'était assez prononcé pour nuire à l'entreposage ou à la mise en marché des poires Bartlett éclaircies chimiquement.

L'eau contenue dans les tissus des bourgeons floraux et végétatifs en dormance, et dans le xylème reste en surfusion pendant tout l'hiver. Il y a des blessures quand la température tombe au-dessous du point de congélation. Le dégagement de chaleur (exothermie) produit par le gel de l'eau est mesurable et peut servir à déterminer la rusticité des tissus en question. La mesure de l'exothermie peut donc servir à trouver les différences variétales de rusticité du raisin.

On a étudié l'effet d'une infestation par *Didymella applanata* (blûlure des dards) sur la formation des bourgeons et la croissance du framboisier rouge. Ce ne sont pas tous les bourgeons entourés de dards infectés qui ont failli, mais il existe une forte corrélation entre d'une part la brûlure des dards et d'autre part la fréquence des bourgeons morts et la faible croissance. Le fait que quelques bourgeons nécrosés sont associés avec des dards apparemment intacts risque d'être trompeur; en effet, les souches très virulentes de *D. applanata* qui infestent les feuilles peuvent habituellement produire assez de toxine pour agir sur les bourgeons et causer la défoliation avant que des symptômes n'apparaissent sur les dards.

(15 grams), is very good tasting, and has an attractive rosy red color. It does not turn black. This type of cherry provides growers with a market fruit that remains red when fully mature, a characteristic that improves its eating quality. Its large size and distinctive appearance should give this cultivar a market advantage.

Spartlet, a seedling pear found in 1964 in Michigan, shows promise as a midwinter pear for growers in the Okanagan area. The fruit is large, often exceeding 400 grams in weight, and has a Bartlett-type shape. It is harvested 2 weeks later than Bartlett (to allow it to achieve large size) and has a storage potential of 60–90 days longer than that of Bartlett. Longer storage periods, however, result in the development of senescent scald, a disorder also found in Bartlett pears. The ripened Spartlet pear is bright yellow and often develops a red blush. Its aroma is more subtle than that of Bartlett and its higher acid content gives it more tang. Because of its large size, the Spartlet pear would be very appealing as a specialty pack.

Chemical thinning of Bartlett pears is faster and more economical than hand thinning of the fruit. However, the fruit industry has expressed some concern about the storage quality of chemically thinned pears. A 4-year study in which chemically thinned and hand-thinned Bartlett pears were compared revealed no significant differences of commercial concern. Napthaleneacetamide was used as the thinning agent. Firmness at harvest and after cold storage (60 days at 0°C) was slightly lower in the chemically thinned pears. The incidence of core browning, a good indicator of fruit maturity, as well as the level of soluble solids and the titratable acidity, were not affected by mode of thinning. Skin color in one season was yellower at harvest and at harvest plus 7 days at 20°C. None of the effects observed, however, were of a magnitude to affect storage and marketing of chemically thinned Bartlett pears.

Water within tissues of dormant grape buds, xylem buds, and xylem was found to remain supercooled throughout the winter. Injury occurred when the temperature fell below the freezing point. The release of heat (exotherm) produced by the freezing of the supercooled water can be measured and used to determine the hardiness of these tissues. Exotherm analysis can therefore be used to measure varietal differences in the winterhardiness of grapes.

The effect of spur blight, *Didymella applanata*, infections on bud emergence and growth of red raspberry was studied. Although not all buds surrounded by infected spurs failed to emerge, the incidence of dead buds and weak growth was highly correlated to spur blight infection. The few dead buds associated with apparently healthy spurs may be misleading. Highly virulent strains of *D. applanata* infecting the leaves can usually produce enough toxin to affect the buds and cause defoliation before symptoms appear on the spur.

Root cuttings have become an important method of propagating red raspberries. Cuttings taken from January through March usually produce the most plants. However, cuttings are sometimes required at other times for research purposes. The capacity of six red raspberry cultivars (Chilcotin, Haida, Meeker, Nootka, Skeena, and Willamette) to produce plants from roots dug at 2-week intervals from September to late November was therefore determined. The highest number of plants were produced from roots obtained on the last digging date and the lowest from those obtained on the first. Over all dates, Willamette produced the highest number of plants, followed by Haida, and Meeker the lowest. Some interactions were observed between cultivar and digging date: Haida produced the highest number of plants from roots obtained on the second digging date and Meeker from those obtained on the third. The study demonstrated the feasibility of propagating red raspberries from root cuttings dug in the fall, with the roots obtained on later diggings producing more plants.

Ornamentals

Ornamental horticulture in Canada is an expanding industry, with 7000 growers using field and greenhouse culture to produce flowers, plants, nursery stock, and turf and to provide landscape services.

Research on ornamental horticulture is conducted at several locations across Canada and is aimed at the development, testing, and release of high-quality ornamentals that are adapted to Canada's climatic regions. This goal is accomplished by developing management techniques for containerizing woody ornamentals, studying optimum flowering conditions, evaluating the adaptability of several perennial species to specific climatic conditions, and refining production techniques of in vitro micropropagation procedures.

Accomplishments

Cuttings of *Juniperus sabina* and *Thuja occidentalis* root better when the photoperiod lasts 16 hours instead of the normal duration of about 9 hours. In prolonged lighting conditions, root development was activated by aqueous treatments of extracts from willow and poplar and by a hormone with an indolebutyric acid base.

Increasing natural irradiation with high-pressure sodium (HPS) lighting inhibited initial rooting of the rhododendron cultivar Unique in autumn but stimulated the subsequent root growth of two cultivars, Unique and Anna Rose Whitney. In spring, HPS lighting stimulated root growth of Unique and had little effect on Anna Rose Whitney. Night lighting (between 8:00 p.m. and 4:00 a.m.) from low-irradiation incandescent lamps stimulated the rooting of both cultivars in spring and fall. Natural irradiation appears to be adequate for greenhouse propagation of rhododendrons. Low-irradiation supplementary lighting at night is an inexpensive and practical means of improving rooting.

In manual inoculation tests, at least three viruses were isolated from *Alstroemeria* stocks. Some cultivars were infected with a mixture of two rod-shaped viruses or a mixture of a spherical and a rod-shaped virus. One of the viruses, identified serologically as alstroemeria mosaic virus (a potyvirus), was more common than the others, which have yet to be identified. In stocks of the six cultivars of *Alstroemeria* tested, virus infection was apparently universal in Beauty, Canaria, and Red Surprise, sporadic in Orange Beauty, and absent in Orchid and Regina.

Botrytis bunch rot of grapes increases with increased intensity of production.

La pourriture grise de la vigne se répand à mesure qu'augmente l'intensité de production.

Le bouturage des racines est devenu une importante méthode de propagation du framboisier rouge. Les boutures prélevées de janvier à mars produisent habituellement le plus de plantes. Cependant, il est parfois nécessaire de prélever des boutures à d'autres moments pour la recherche. La capacité de six cultivars (Chilcotin, Haida, Meeker, Nootka, Skeena et Willamette) de produire des plantes à partir de racines déterrées à 2 semaines d'intervalle entre le mois de septembre et la fin novembre, a donc été déterminée. Ce sont les dernières racines déterrées qui ont produit le plus grand nombre de plantes et les premières qui en ont produit le moins. Dans l'ensemble, c'est le Willamette qui a produit le plus de plantes, suivi par le Haida; le Meeker en a produit le moins. Certains rapports ont été observés entre le cultivar et la date du prélèvement : le Haida a produit le plus de plantes à partir des deuxièmes racines déterrées et le Meeker, à partir des troisièmes racines déterrées. L'étude a montré la faisabilité de la propagation du framboisier rouge à partir de boutures de racines prélevées l'automne, les racines prélevées le plus tard produisant le plus de plantes.

Plantes ornementales

La culture des plantes d'ornement au Canada est en progression; 7 000 producteurs pratiquant une culture au champ et en serre obtiennent des fleurs, des plantes, du matériel de reproduction et du gazon, et fournissent des services d'aménagement paysager.

La recherche sur la culture des plantes d'ornement est menée dans plusieurs établissements à travers le pays; elle est axée sur le développement, l'essai et la distribution de plantes d'ornement de grande qualité, adaptées aux zones climatiques canadiennes. On a atteint cet objectif en mettant au point des techniques de culture d'arbustes d'ornement en pots, en étudiant les conditions favorables à une floraison optimale, en évaluant l'adaptabilité de plusieurs espèces vivaces à des conditions climatiques précises et en affinant des méthodes de micropropagation in vitro.

Réalisations

Les boutures de *Juniperus sabina* et de *Thuja occidentalis* s'enracinent mieux avec une photopériode de 16 heures plutôt qu'à la durée normale de 9 heures. Sous un éclairage prolongé, le développement de l'appareil radiculaire a été activé par des traitements d'extraits aqueux de saule et de peuplier et par une hormone avec de l'acide indolebutyrique.

Un éclairage supplémentaire à vapeur de sodium à haute pression inhibait l'enracinement du cultivar Unique de rhododendron à l'automne, mais stimulait la croissance subséquente de l'appareil radiculaire de deux cultivars, l'Unique et l'Anna Rose Whitney. Au printemps, cet éclairage au sodium stimulait la croissance des racines de l'Unique et avait peu d'effet sur l'Anna Rose Whitney. Un éclairage nocturne, entre 20 h et 4 h avec des ampoules incandescentes peu lumineuses stimulait l'enracinement des deux cultivars au printemps et à l'automne. L'éclairage naturel semble convenir à la propagation des rhododendrons en serre. Un faible éclairage supplémentaire la nuit est une façon peu coûteuse et pratique d'améliorer l'enracinement.

Lors de tests d'inoculation à la main, au moins 3 virus ont été isolés chez des stocks d'*Alstrœmeria*. Certains cultivars étaient infectés par un mélange de deux virus en forme de bâtonnets ou par un mélange d'un virus de forme sphérique et d'un autre en bâtonnets. L'un de ces virus, celui de la mosaïque de l'alstrœmeria (un potyvirus), était plus fréquent que les autres, qui ne sont toujours pas identifiés. Dans les stocks des six cultivars testés, l'infection virale était apparemment universelle dans le Beauty, le Canaria et le Red Surprise, sporadique dans l'Orange Beauty et inexistante dans l'Orchid et le Regina.

FOOD RESEARCH

The Research Branch is concerned mainly with facilitating the development of an efficient, competitive, and growing Canadian food industry while ensuring the safety and nutritive quality of the food produced. To ensure the relevance of the programs in food research and development, new mechanisms are being developed to improve consultation between government and the Canadian food industry. Extensive use is also made of the Canada Committee on Food and its expert committees, which monitor all aspects of food research.

Food research in the Branch covers crop and livestock processing and products, as well as food safety and nutrition. In-house research is carried out principally at six establishments extending from Nova Scotia to British Columbia. The Research Branch also supports contract research valued at over $3 million on meat; human nutrition; energy; and processing, distribution, and retailing. The processing, distribution, and retailing program, administered jointly with five other departments, includes research intended to increase efficiency and productivity in the food-processing industry. Operating grants are also given in support of research on food science and technology at Canadian universities.

Crop processing and products

Research on the processing and products of crops is carried out under three main areas: processing, new products and ingredients, and storage. The main objective of crop-processing research is to increase technological innovation and efficiency in the processing sector. This objective is being accomplished by developing new processes for the transformation of selected plant materials and then transferring the technology to the food industry. The many complex interactions that affect crop processing are also being studied, to maximize product quality. The main objectives of research on the ingredients and new products that can be derived from agricultural crops are to develop an economically feasible ingredient industry for Canada, as well as new food products for transfer to industry. Development of these new products is needed to expand the utilization of raw agricultural crops and increase return on investment. The main objectives of research on crop storage are to reduce losses caused by insects, mites, and fungi in stored grains and oilseeds and their by-products and to extend the storage life of fresh fruits and vegetables.

Accomplishments

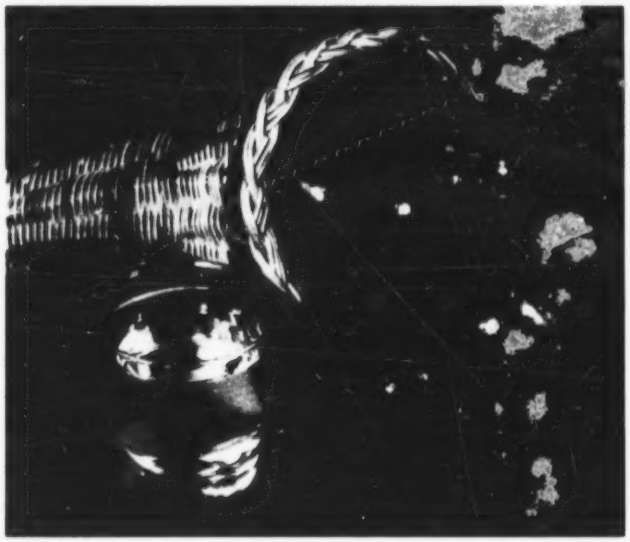
The structures of a series of anthranilic acid conjugates from oats have been described, and the synthesis of these compounds in gram quantities for physicochemical and functional studies has been initiated. Apart from the deleterious organoleptic properties these compounds impart, independent studies have recently shown that similar anthranilates are highly active fungistatic compounds that inhibit spore germination of certain oat pathogens.

Differential scanning calorimetry (DSC) was used to study the thermal denaturation of oat globulins under the influence of various pH levels, ionic strengths, anions, denaturants, and dissociating agents. Results indicate that oat globulins have an exceptionally high denaturation temperature of 110°C and a high enthalpy value of 6.25 calories per gram. The high thermal stability thus demonstrated for oat globulins, which constitute the major protein fraction in oats, suggests that oat proteins could retain functionality even when subjected to harsh processing conditions.

Specific chemical modifications (deamidation, succinylation, carboxyl modification) have been employed to study the relationship between physicochemical properties of wheat gluten and egg white proteins and their functional performance in baked products. The results suggest that hydrogen and hydrophobic bonds are important in bread making and that electrostatic interaction is related to the performance of egg-white proteins in cake baking. Various other chemical modifications (acylation and treatments with proteinases, fatty acids, and polyphosphate) were also used to improve the functional properties of proteins from oats and cheese whey. These processes may enhance the utility of these proteins in some food formulations, such as meat emulsions and cake mixes, to replace more expensive protein ingredients, such as egg whites.

Extensive experimentation has been carried out on diffusion or counter-current extraction of juice from apples, a process that is being used in some parts of the world to produce apple juice for concentrate. Research has indicated that a very high recovery of soluble solids can be achieved and has identified various critical processing factors, including fruit quality, fruit preparation, and temperature. Sensory testing indicated that the finished juices were different from press juice, but consumer acceptance was not examined.

A procedure has been developed for producing a clear, colorless or light golden pear juice from fresh, ripe, or cull fruit, suitable for concentrate production. Whole pears are mashed with an antioxidant such as sulfur dioxide or ascorbic acid and are then thermally



Juice produced from Anjou pears by thermal treatment, followed by enzyme clarification, is clear and light colored.

Le jus de poires d'Anjou produit par traitement thermique, suivi d'une clarification enzymatique, est limpide et pâle.

RECHERCHES ALIMENTAIRES

La Direction générale de la recherche vise surtout à faciliter la mise sur pied d'un secteur alimentaire canadien efficace, concurrentiel et progressiste tout en assurant l'innocuité et la valeur nutritive des aliments. Pour que les programmes de recherches et de développement en matière d'alimentation soient adaptés, de nouveaux mécanismes sont mis en place pour améliorer la consultation entre le gouvernement et l'industrie alimentaire canadienne. On réserve une large part aux comités d'experts du Comité canadien de l'alimentation qui surveille tous les domaines de la recherche alimentaire.

La Direction générale s'occupe de la transformation du bétail et des produits de la ferme, ainsi que de l'innocuité des aliments et de l'alimentation. La recherche interne a été répartie principalement entre six établissements, de la Nouvelle-Écosse à la Colombie-Britannique. Aux recherches internes viennent se greffer des programmes de recherches et de développement attribués à contrat dans les domaines suivants : viandes, produits végétaux, nutrition, énergie, et transformation, distribution et vente au détail, dotés d'un budget global de plus de 3 millions de dollars. Le programme concernant la transformation, la distribution et la vente au détail, géré conjointement avec cinq autres ministères, comprend des recherches visant à améliorer l'efficacité du secteur de la transformation alimentaire. En outre, des subventions de fonctionnement sont accordées pour appuyer la recherche en science et en technologie alimentaires dans les universités canadiennes.

Transformation alimentaire et aliments

La recherche sur la transformation et les produits agricoles porte sur trois grands domaines : la transformation proprement dite, les nouveaux produits et ingrédients et l'entreposage. Le principal objectif de la recherche sur la transformation est de favoriser l'innovation et l'efficacité technologiques dans ce secteur, grâce à la mise au point de nouveaux procédés de transformation de certains produits végétaux et animaux et par le transfert de cette technologie à l'industrie alimentaire. Les fort nombreuses interdépendances complexes indissociables du traitement des produits agricoles font toutes l'objet de recherches pour obtenir des produits de la meilleure qualité possible. La constitution d'une industrie rentable de la préparation d'ingrédients et la création de nouveaux produits à l'intention de l'industrie alimentaire sont les grands objectifs de la recherche sur les ingrédients et les nouveaux produits. Il faut de nouveaux produits pour mieux utiliser nos récoltes et améliorer le rendement de nos investissements. La réduction des pertes par les insectes, les acariens et les champignons dans les entrepôts de céréales, d'oléagineux et de leurs sous-produits et l'allongement de la durée de conservation des fruits et légumes frais sont les principaux objectifs de la recherche sur l'entreposage des récoltes.

Réalisations

On a décrit la structure d'une série de conjugués d'acide anthranilique extraits de l'avoine et commencé la synthèse de ces composés en quantités de l'ordre du gramme, afin de mener des recherches physico-chimiques et des tests de fonctionnement. Mis à part les effets organoleptiques délétères de ces composés, des études menées indépendamment ont récemment montré que des anthranilates apparentés sont des composés fongistatiques très actifs qui inhibent la germination des spores de certains agents pathogènes de l'avoine.

La technique de calorimétrie à balayage différentiel a été appliquée à la dénaturation thermique des globulines de l'avoine par rapport à différents paramètres, notamment le pH, l'activité ionique, les anions, les dénaturants et les agents dissociateurs. Les résultats montrent que les globulines de l'avoine ont un point de dénaturation exceptionnellement haut, 110 °C, et une enthalpie élevée, 6,25 calories par gramme. Cette remarquable stabilité thermique des globulines, la principale fraction protéinique de l'avoine, laisse à penser que les protéines de l'avoine pourraient rester intactes même dans des conditions de traitement rigoureuses.

Des transformations chimiques spécifiques (la désamidation, la succinylation, la transformation carboxylique) ont été appliquées à l'étude de la relation entre les propriétés physico-chimiques du gluten de blé et des protéines des blancs d'œuf, et leur action dans les produits cuits au four. Les résultats laissent à penser que les liens hydrogènes et hydrophobes ont de l'importance pour la fabrication du pain et que les interactions électrostatiques sont en rapport avec l'action des protéines des blancs d'œuf. Différentes autres transformations chimiques (l'acylation et les traitements avec des protéinases, des acides gras et des polyphosphates) ont été tentées afin d'améliorer l'action des protéines d'avoine et du lactosérum du fromage. Ce sont des procédés qui élargiront peut-être le champ d'utilité de ces protéines dans certaines formulations alimentaires, par exemple, les émulsions de viande et les préparations à gâteaux, afin de remplacer des ingrédients protéiniques plus coûteux, par exemple, les blancs d'œuf.

On a longuement expérimenté la diffusion ou l'extraction à contre-courant du jus de pommes, un procédé employé ailleurs pour produire du jus de pommes pour concentrés. La recherche a montré qu'un très haut pourcentage de récupération des matières solides solubles est possible, et a fait ressortir différents facteurs critiques de traitement, notamment la qualité et la préparation des fruits et la température. Les évaluations organoleptiques ont montré que les jus raffinés étaient différents du jus obtenu par pressage; cependant, on n'a pas vérifié comment le public accepterait ce nouveau produit.

On a mis au point une technique de production de jus de poires limpide, incolore ou à peine ambré, à partir de fruits frais, mûris ou rejetés, mais bons pour la production d'un concentré. Les poires entières sont réduites en purée et on ajoute un antioxydant comme le bioxyde de soufre ou l'acide ascorbique; le produit est ensuite soumis à un traitement thermique, 90 °C pendant 20 secondes, dans un échangeur de chaleur à surface râclée et ensuite, soumis à un refroidissement rapide. La purée subit ensuite un traitement enzymatique avec des pectinases et des cellulases, à la suite de quoi le jus est extrait dans une centrifugeuse à décantation. La clarification finale est assurée par un léger traitement à la bentonite (0,001 %) suivi d'une filtration. On obtient un jus limpide et à peine ambré dont la couleur et la saveur exacte dépendent de la condition et du degré de maturité des fruits employés. Le jus produit à partir de poires très mûres a un goût très prononcé. La méthode donnait de bons résultats avec les poires Bartlett et les poires d'Anjou.

treated at 90°C for 20 seconds in a scraped-surface heat exchanger and cooled rapidly. The thermally treated mash is then enzymatically treated with pectinases and cellulases, after which the juice is separated with the use of a decanting centrifuge. Final clarification is achieved by a light (0.001%) bentonite treatment followed by filtration. A clear, light-colored juice is obtained, its exact color and flavor depending on fruit condition and maturity. When the pears are fully ripened, the juice carries the full pear flavor. The procedure has been used successfully to produce juice from either Bartlett or Anjou pears.

A selection of 30 German clones and varieties of grapes have been under trial in the Okanagan Valley since 1976. Funded jointly by the New Crops Development Fund, the British Columbia government, and the British Columbia grape and wine industry, the project was completed with the production of experimental wines from the 1984 crop. Several wineries have already used these cultivars to make small commercial batches of wine, which are available to the public. Certain varieties such as Riesling or Gewurztraminer have been expanded in British Columbia plantings, and others such as Weissburgunder (Pinot Blanc) are currently being planted. Cultivars suitable for propagation have been identified by the industry.

Researchers have examined the effect of mechanical refrigeration (MR), icing, and overnight storage on the shelf life of broccoli. This study revealed that the shelf life of broccoli was almost doubled with the use of MR compared with that achieved with ice cooling, and that ice plus MR was best. Although floweret damage occurred when ice was placed on top of the heads, this practice was beneficial when MR was not used. Vitamin C and chlorophyll concentrations with the use of MR were almost double those with ice, after 4 days. Weight loss was about 10% higher with MR, but quality was better than with ice only. In overnight storage, leaving broccoli covered with wet burlap in display cases (using ice plus MR) was more effective in preventing weight loss than transferring it in cartons to a 4.5°C cooler. However, no significant differences in color or vitamin C were observed.

Livestock processing and products

Research on livestock processing and products is carried out in the areas of processing and new products and ingredients. The main objective of livestock processing research is to improve the efficiency and effectiveness of the sector. This objective is being accomplished by developing and testing new methods for the slaughter, processing, and handling of meat and dairy products. The main aims of research on livestock products and ingredients is to develop new products or ingredients that can be used to expand the utilization of livestock products and to increase the return on investment in the livestock sector.

Accomplishments

The gelation of evaporated milk during its storage has been linked to the practice of keeping the concentrate in cold storage before it is canned and sterilized. To better understand the effects of cold storage on this product, the changes occurring in the isolated casein micelles during cold storage were examined. Upon cold storage of heated and unheated casein micelles, some proteins of the casein micelles (β-casein) became soluble. An increase in the surface hydrophobicity and hydration of the casein micelles was also observed. These changes offer a physicochemical basis for the gelation of sterilized milk.

The thermal properties of β-lactoglobulin, a major whey protein, were studied by differential scanning calorimetry. The thermal stability of β-lactoglobulin was considerably increased by the presence of many sugars and polyols. The increase in stability was found to be proportional to the concentration of the polyols. This modification of thermal stability suggests a way of controlling denaturation in whey protein concentrates.

A process has been developed for preparing an all-dairy cream cheese spread. This method eliminates the need for additives to control syneres[illegible]nd the product has higher nutritional value because of its increased whey protein content. This process was used to make several experimental cream cheese spreads from ricotta and queso blanco cheese plus whey proteins, and the products were evaluated by sensory methods. All experimental products were less acid than a commercial sample but were not different in firmness, rate of dissipation, and smoothness. Two ricotta spreads had a creamier flavor than the commercial sample, and the ricotta product with high whey protein was saltier than the commercial one.

Sensory evaluation was used in a study conducted in collaboration with the University of Guelph, to investigate the effect of the sex of the bird and of basting during cooking on the tenderness, juiciness, and flavor of broiler turkeys. The white meat of basted turkeys was found to be juicier, more tender, and more intense in flavor than the white meat of nonbasted turkeys. Basting had no effect on the dark meat. The sex of the bird was found to have no effect on either type of meat.

Food safety and nutrition

The assurance of a nutritious and safe food supply continues to be one of the major concerns of Agriculture Canada. During processing, distribution, and retailing, food may be exposed to many potential hazards, such as microbial or chemical contamination and loss of nutritive value. The aim of the program on food safety is to ensure the safety of agricultural products. The program concentrates on mycotoxins in grains and the role of nitrites in meat curing. In the Research Branch, the program on nutrition is intended to improve and ensure the nutritional quality of edible agricultural products. The human nutrition research program is concerned with the effect of production and processing methods on the content and bioavailability of selected nutrients, and with the relationship between diet and occurrence of certain diseases. New data are also being generated on the nutritive composition of Canadian agricultural products.

A highly sophisticated mass spectrometer is used to identify and quantify mycotoxins that can develop on fungus-infected grains.

Un spectromètre de masse très perfectionné est utilisé pour identifier et quantifier les mycotoxines qui peuvent se développer dans les céréales infestées de champignons.

Une sélection de 30 clones et variétés de vignes d'origine allemande sont à l'essai dans la vallée de l'Okanagan depuis 1976. Ce projet subventionné conjointement par le Fond pour l'implantation des nouvelles cultures, le gouvernement de la Colombie-Britannique et l'industrie viticole de la Colombie-Britannique s'est terminé avec la production de vins expérimentaux de la récolte 1984. Plusieurs établissements ont déjà utilisé ces cultivars pour fabriquer du vin en petits lots commerciaux mis sur le marché. Certaines variétés comme le Riesling ou le Gewurztraminer sont déjà cultivées en Colombie-Britannique et d'autres comme le Weissburgunder (un Pinot blanc) sont en cours d'implantation. L'industrie viticole a dressé une liste des cultivars propices à la propagation.

Les chercheurs ont examiné l'effet sur la durée de conservation du brocoli, de sa réfrigération mécanique, de sa conservation sur la glace et de son entreposage sur le comptoir jusqu'au lendemain. L'étude a révélé que la durée de conservation était presque doublée par la réfrigération mécanique par rapport à la conservation sur glace et que les meilleurs résultats étaient obtenus par une combinaison des deux méthodes. Malgré l'endommagement des fleurons, il est préférable de recouvrir les brocolis de glace quand il n'y a pas de réfrigération. Après 4 jours, la concentration en vitamine C et en chlorophylle des brocolis conservés par réfrigération mécanique était presque le double de celle des brocolis conservés à la glace. Les pertes de poids sont supérieures à 10 %, mais la qualité du produit est meilleure quand la réfrigération mécanique est utilisée au lieu de la glace seulement. Les brocolis perdent moins de poids quand ils sont laissés sur le comptoir recouverts d'un canevas humecté (avec utilisation de glace et de la réfrigération mécanique) que lorsqu'il sont transférés dans des boîtes à un réfrigérateur à 4,5 °C. Cependant, il n'y a pas de différence significative de couleur ou de teneur en vitamine C.

Transformation du bétail et produits alimentaires

Les recherches sur la transformation du bétail et ses produits alimentaires sont menées dans les domaines de la transformation et de la création de nouveaux produits et ingrédients. Le principal objectif de la recherche sur la transformation est d'améliorer l'efficacité et le rendement de ce secteur industriel, grâce à la mise au point et à l'essai de nouvelles méthodes d'abattage, de dépeçage et de manutention de la viande et des produits laitiers. Le principal objectif de la recherche sur les produits alimentaires est le développement de nouveaux ingrédients ou produits afin d'élargir ce marché et d'obtenir un meilleur rendement sur les investissements dans ce secteur.

Réalisations

On a fait le lien entre la gélification en entrepôt du lait condensé et la pratique de conservation au froid du concentré avant la mise en boîte et la stérilisation. Afin de mieux comprendre les effets de l'entreposage à froid de ce produit, on a examiné le comportement de micelles chauffées et non chauffées de caséine conservées au froid, pour constater que certaines protéines (les β-caséines) devenaient solubles. On a également observé une augmentation de l'hydrophobicité superficielle et de l'hydratation des micelles. Les changements observés pourraient constituer un fondement physico-chimique à la gélification du lait stérilisé.

On a étudié par calorimétrie à balayage différentiel les propriétés thermiques de la β-lactoglobuline, une importante protéine du lactosérum. La stabilité thermique de cette protéine était considérablement renforcée par la présence de beaucoup de sucre et de polyols; elle était proportionnelle à la concentration des polyols. Cette modification de la stabilité thermique pourrait constituer une façon de régulariser la dénaturation des concentrés de protéines du lactosérum.

On a mis au point une façon d'obtenir une préparation de fromage à tartiner constitué uniquement de produits laitiers. Ainsi, il n'est plus nécessaire d'utiliser des additifs contre la synérèse et le produit a une valeur nutritive accrue du fait qu'il contient davantage de protéines du lactosérum. On a obtenu avec ce procédé plusieurs préparations de fromage à tartiner à base de ricotta et de queso blanco avec des protéines de lactosérum, et les produits obtenus ont été soumis à des tests organoleptiques. Tous ces produits étaient moins acides qu'un échantillon commercial, mais ils avaient la même consistance, le même taux de dissipation et la même texture crémeuse. Deux préparations à base de ricotta avaient une saveur crémeuse plus prononcée que celle de l'échantillon commercial et le produit de ricotta à forte teneur en protéines de lactosérum était plus salé que le produit commercial.

Les méthodes organoleptiques d'évaluation ont été utilisées dans une étude en collaboration avec l'Université de Guelph pour examiner l'effet du sexe des sujets et de l'arrosage durant la cuisson de dindons à griller sur la tendreté, la jutosité et la saveur. La viande blanche des dindons arrosés a été trouvée plus juteuse, plus tendre et plus relevée que la viande blanche des dindons non arrosés. L'arrosage n'avait aucun effet sur la viande brune. Le sexe n'avait aucun effet sur le goût de la viande.

Salubrité des aliments et nutrition

Une des principales préoccupations d'Agriculture Canada est encore de garantir la salubrité et la valeur nutritive des aliments. Au cours de la transformation, de la distribution et de la vente au détail, les aliments peuvent être exposés à de nombreux dangers, notamment la contamination microbienne ou chimique et la perte de valeur nutritive. L'objectif du programme est de garantir la salubrité des produits agricoles. On s'intéresse particulièrement aux mycotoxines des céréales et au rôle des nitrites sur la salaison des viandes. À la Direction générale de la recherche, le programme en nutrition humaine a pour objet de garantir et d'améliorer la valeur nutritive des produits agricoles comestibles. L'équipe du programme de recherches en nutrition humaine s'intéresse aux effets de la production et de la transformation sur la teneur et la biodisponibilité de certains éléments nutritifs, et sur la relation entre le régime alimentaire et la fréquence de certaines maladies. En outre, on recueille continuellement de nouvelles données sur la composition en éléments nutritifs des produits agricoles canadiens.

Réalisations

Des études sur les céréales entreposées visent à déterminer les conditions propices à l'apparition de mycotoxines dangereuses pour l'homme comme pour le bétail. Avec le maïs à graines jaunes emmagasiné à 16 et 21 % d'humidité pendant 52 semaines, on s'est aperçu que l'ochratoxine A n'apparaissait qu'à un niveau d'humidité plus élevé. Pour le maïs, du moins, une teneur en humidité supérieure à 16 % semble être le facteur qui influe le plus sur la production de mycotoxines. On recommande aux producteurs d'ensiler leur maïs à une teneur en humidité inférieure à 16 %. L'utilisation répandue du maïs comme ingrédient et la toxicité de l'ochratoxine A pour le bétail ayant un estomac à un seul compartiment font que le mode d'apparition de cette mycotoxine dans le maïs ensilé est important.

Des études antécédentes au champ sur le blé contaminé par *Fusarium* avaient indiqué que certains cultivars contenaient des enzymes capables de digérer la mycotoxine désoxynivalénol (DON). Cela a été reproduit en laboratoire grâce à des cultures cellulaires en suspension de cultivars des blés de printemps Fron-

Accomplishments

Studies to identify grain-storage conditions that result in the development of mycotoxins that can be harmful to both humans and livestock are continuing. In yellow dent corn stored at 16 and 21% moisture content for 52 weeks, ochratoxin A was found to develop only at the higher moisture level. For corn, at least, a moisture content of greater than 16% appears to be the most important factor affecting mycotoxin production. Producers are advised to ensure that stored corn is binned at a moisture content of less than 16%. The use of corn as a common food ingredient and the toxicity of ochratoxin A to monogastric livestock make the mode of production of this mycotoxin in granary-stored corn significant.

Earlier studies with *Fusarium*-contaminated wheat in the field had indicated that some cultivars contained enzymes that are capable of degrading the mycotoxin deoxynivalenol (DON). This finding has been duplicated in the laboratory with the use of cell culture suspensions of the spring wheat cultivars Frontana and Casavant. The mycotoxin was metabolized by the resistant cultivar Frontana but not by the susceptible cultivar Casavant. This phenomenon is being studied from both biochemical and plant-breeding perspectives. Large amounts of DON were prepared, which are now being used for toxicology and feeding trials. Collaborative studies with Carleton University have resulted in the isolation and characterization of several new secondary metabolites, including trichothecenes from both *F. roseum* and *F. culmorum*. Collaboration with industry was also increased in the areas of analysis of mycotoxin for trichothecenes and steromatocystine, utilization of industrial pulp wastes, and decontamination of naturally contaminated wheat. Tempering Ontario soft white winter wheat with sodium bisulfite before milling resulted in a 90% reduction of DON in the bran, shorts, and flour.

Studies carried out with dairy cows and sheep demonstrated that vomitoxin is rapidly metabolized in the rumen, poorly absorbed following oral administration, and rapidly eliminated. Vomitoxin levels in milk were very low after oral dosing. Information on other vomitoxin metabolites in milk must await further research. Likewise, when laying hens are administered relatively high oral doses of vomitoxin, it is not transmitted to edible tissues or eggs. The data suggest that vomitoxin residues in animal products should not pose a serious health risk to consumers.

In collaboration with other Canadian mycotoxin researchers, Branch scientists have produced a document, published by the National Research Council of Canada, that outlines scientific criteria. Entitled *Mycotoxins—A Canadian Perspective*, it addresses agriculture and food industry personnel, scientists, and regulatory officials and presents an up-to-date account of the understanding of mycotoxins that are of major concern in Canada.

Research on the nutritional and toxicological properties of canola oil has had a major impact on the production and marketability of Canadian oilseed products (a $2-billion agricultural industry), consumer acceptability of canola products, processing of canola oil, and export trade of oilseeds. With the successful completion of a generally recognized as safe (GRAS) petition, Branch scientists have written a reference textbook that critically evaluates all scientific data pertaining to production, use, chemistry, biochemistry, and toxicological evaluation of canola. This book has been published by Academic Press.

MISCELLANEOUS ACTIVITIES

In addition to the research programs and accomplishments referred to in earlier sections of this publication, the Branch takes part in several other activities that enhance research both nationally and internationally. The Branch is committed to regional development through the support and implementation of research components of economic regional development agreements (ERDAs); to research and development programs in developing countries and to the training of foreign scientists and technologists in Canadian research establishments; to the contracting out by the Branch of research with the private sector; and to the provision to universities by the Branch of extramural research grants and operating grants that take advantage of specialized knowledge and facilities and support graduate students in research programs.

Regional development activities

The Research Branch participates with other branches of Agriculture Canada and with provincial governments in the identification of development priorities for each province and for each commodity sector in each province. The Branch is principally responsible for the design and implementation of research programs aimed at the development of technology when these are included in agri-food subsidiary agreements under federal–provincial economic and regional development agreements (ERDAs). The Branch also assists with the design and implementation of other regional development initiatives that are consistent with departmental priorities, for example technology transfer and marketing.

International activities

The Research Branch widely exchanges findings in science and technology with other agricultural research establishments around the world. The objective is to share knowledge and experience that will benefit research programs in Canada and abroad. Branch scientists also support efforts by the Department and by industry to develop international markets by providing expert technical advice and by problem solving. A significant part of international activity takes the form of overseas assistance to research and development programs in developing countries and training of foreign scientists and technologists in Canadian research establishments.

During 1984, science and technology exchanges moved forward with several countries including seven with whom Agriculture Canada has memoranda of understanding and another nine who have formal arrangements for science and technology exchange with Canada. Proposals for visits and collaboration were exchanged with Belgium, Brazil, Bulgaria, France, Israel, Japan, Romania, Yugoslavia, and the USSR.

Under the coordination of international exchanges on science and technology, 57 scientists were received by the Branch: 10 missions from France; three missions from the People's Republic of China; two missions each from Cuba, Federal Republic of West Germany, Japan, and the USSR; and one mission each from Australia, Belgium, Czechoslovakia, Egypt, Hungary, Indonesia, Israel, the Ivory Coast, Madagascar, Mexico, Peru, Portugal, and Senegal.

tana et Casavant. La mycotoxine était métabolisée par le cultivar résistant Frontana et ne l'était pas par le cultivar sensible Casavant. Ce phénomène est étudié dans la perspective biochimique et dans la perspective de la sélection. Du DON a été préparé en grande quantité pour les essais de toxicologie et d'alimentation. Des études conjointes avec l'Université Carleton ont permis l'isolement et la caractérisation de plusieurs nouveaux métabolites secondaires, notamment des trichothécènes, à partir de *F. roseum* et *F. culmorum*. La collaboration avec l'industrie a aussi été élargie dans les domaines du dosage des trichothécènes et de la stéromatocystine des mycotoxines, de l'utilisation des déchets de la pâte industrielle, et de la décontamination du blé contaminé naturellement. Le trempage du blé tendre blanc d'hiver de l'Ontario dans une solution de bisulfite de sodium avant sa mouture a réduit de 90 % la concentration de DON dans le son, les sous-produits de meunerie et la farine.

Les études sur la vache laitière et le mouton ont montré que la vomitoxine est rapidement métabolisée dans le rumen, mal absorbée après l'administration par voie orale et rapidement éliminée. Très peu de vomitoxine était retrouvée dans le lait après l'administration par voie orale. La poursuite des recherches nous apprendra s'il y a d'autres métabolites de la vomitoxine dans le lait. De la même façon, la vomitoxine administrée oralement en assez fortes concentrations à des pondeuses n'est pas transportée jusque dans les tissus comestibles ou dans les œufs. Les résultats laissent à penser que les résidus de la vomitoxine dans les produits animaux ne constituent pas un risque sérieux pour les consommateurs.

Avec la collaboration d'autres chercheurs canadiens intéressés à la mycotoxine, les chercheurs de la Direction générale ont produit un document publié par le Conseil national de recherches du Canada énoncant des critères scientifiques. Cet ouvrage, intitulé *Mycotoxins — A Canadian Perspective*, a été rédigé à l'intention du personnel agricole, du personnel de l'industrie alimentaire, des chercheurs et des fonctionnaires des organismes de réglementation; il fait le point de nos connaissances sur les mycotoxines qui suscitent le plus d'inquiétude au pays.

Les recherches sur les propriétés nutritives et toxicologiques de l'huile de canola ont eu énormément d'impact sur la production et le potentiel de mise en marché des produits canadiens d'oléagineux (chiffre d'affaire de 2 milliards de dollars), sur l'accueil par les consommateurs des produits de canola, sur sa transformation, et sur l'exportation des oléagineux. Les chercheurs de la Direction générale ont réussi à faire reconnaître que cet aliment est généralement propre à la consommation humaine; ils ont rédigé un manuel de références faisant l'évaluation critique de toutes les données scientifiques ayant trait à l'évaluation du canola sur les plans de la production, de l'utilisation, de la chimie, de la biochimie et de la toxicologie. Cet ouvrage a été publié par l'Academic Press.

AUTRES ACTIVITÉS

En plus de la recherche et des accomplissements dont il a été question plus tôt, la Direction générale participe à plusieurs autres activités nationales et internationales en rapport avec la recherche. Elle participe au développement régional par son appui et son engagement dans la recherche prévue aux termes des accords de développement économique régional; elle prend part aux programmes de recherches et de développement dans les pays en voie de développement et aide à la formation de chercheurs et de techniciens étrangers dans les centres de recherches canadiens; elle accorde des marchés pour la recherche dans le secteur privé; elle accorde des subventions de recherches et de fonctionnement extra-muros aux universités qui apportent des connaissances spéciales et qui appuient des étudiants de deuxième cycle engagés dans la recherche.

Développement régional

Avec la participation d'autres secteurs d'Agriculture Canada et des gouvernements provinciaux, la Direction générale de la recherche tente de dresser les priorités sur le plan du développement dans chaque province et par secteur de produits. Elle est le grand artisan du programme de recherches destiné au perfectionnement des technologies quand ces programmes sont inclus dans des accords agro-alimentaires secondaires conclus en vertu des accords fédéraux-provinciaux de développement économique et régional. Elle prend part à d'autres initiatives du même ordre conformes aux objectifs du Ministère, par exemple, le transfert de technologie et la mise en marché.

Activités internationales

La Direction générale partage librement ses découvertes scientifiques et technologiques avec d'autres centres de recherches agricoles partout au monde. L'objectif est de mettre en commun les connaissances et les expériences dans le domaine de la recherche au Canada et à l'étranger. Les chercheurs de la Direction générale participent aux efforts que font l'industrie et le Ministère pour ouvrir des marchés mondiaux en mettant à leur disposition des experts-conseils et en s'efforcant de solutionner les problèmes qui se présentent. Une très large part des activités internationales prend la forme d'aide outre-mer à la recherche et au développement dans les pays en voie de développement, et de formation des chercheurs et techniciens étrangers dans les centres de recherches du Canada.

Au cours de 1984, les échanges scientifiques et technologiques avec plusieurs pays se sont élargis; sept nations ont signé un accord d'entente avec Agriculture Canada et neuf autres ont des accords formels d'échanges scientifiques et technologiques avec le Canada. Des offres d'échange et de collaboration réciproques sont intervenus avec la Belgique, le Brésil, la Bulgarie, la France, Israël, le Japon, la Roumanie, la Yougoslavie et l'URSS.

Dans le cadre des échanges internationaux sur la science et la technologie, 57 chercheurs étrangers furent accueillis par la Direction générale : 10 missions de France; trois missions de la République populaire de Chine, deux missions de chacun des États suivants : Cuba, République fédérale allemande, Japon et URSS, une mission de chacun des États suivants : Australie, Belgique, Tché-

Fifteen scientists were sent to France, three to the Federal Republic of West Germany, and one to the United Kingdom, all under scientific exchange programs.

The catalytic seed fund, managed by the Department of External Affairs, also supported several visits abroad by Branch scientists to obtain technology of potential benefit to the Canadian agricultural economy.

Senior Branch management was represented at the Conference of Agricultural Research Directors, sponsored by the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), held every 5 years in Paris. The purpose of the conference was to share information on common concerns and new developments in the management of national research programs. The conference also reviewed the OECD cooperative research project on food production and preservation, in which the Research Branch participates.

During the year, Branch scientists provided technical assistance on request to marketing and related missions to Costa Rica (seed potatoes); People's Republic of China (livestock); Colombia and Mexico (dairy seminars); Senegal (legume plantings); Malaysia, Indonesia, and Singapore (livestock feed evaluation); and the USSR (cereal grains).

Scientific and technical information and personnel were provided to overseas development assistance projects sponsored by agencies and organizations such as the Canadian International Development Agency (CIDA), the International Development Research Centre (IDRC), and the United Nations Food and Agriculture Organization (FAO).

In 1984, the Branch was responsible for the management and staffing of five CIDA long-term development programs in Brazil, India, Nepal, Pakistan, and Tanzania. The dryland research project in India has entered its concluding phase and should be completed in 1986. Preparations were made during the year to launch the remaining research projects in agronomy, soil conservation, engineering, and agricultural meteorology. These studies will fulfill the Canadian commitment to assist 23 Indian research establishments to develop improved food production methods for the dryland areas of that country.

The wheat research project in Brazil came to a successful conclusion during the year. Partly as a result of the project's accomplishments, the Branch was asked to develop five new proposals for CIDA projects in Brazil. One of these projects aims to build on the wheat improvement already achieved. The other four address problems in tillage and soil management, dairy cattle, agroclimatology, and soils information.

In addition, Branch scientists traveled during the year at CIDA's request to Algeria, Bangladesh, Brazil, the People's Republic of China, Egypt, India, Malaysia, Nepal, Pakistan, and Burkina Faso (Upper Volta) to advise on the planning and execution of various development assistance projects.

The Branch continued its active support throughout the year to international bodies such as the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), the Commonwealth Agricultural Bureaux (CAB), the Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), the International Atomic Energy Agency (IAEA), and the International Maize and Wheat Improvement Centre (CIMMYT).

Contract research and technology transfer

The contracting out of research to nongovernment institutions, mainly to private companies and universities, was initiated in the Research Branch in 1973. It started with a $90 000 program on agricultural mechanization. In the ensuing years, the Branch expanded its contract research program to include proposals dealing with any subject related to agriculture and food. In fact, although contracts currently in place cover a wide variety of topics, certain subject areas where in-house resources are considered to be weakest in relation to research needs have received major attention. The four main areas of concentration are energy use in food production, agricultural mechanization, food processing, and reduction in the use of chemical pesticides. Spending on contract research in 1984 was approximately $10 million.

In 1978, the Branch initiated a program to assist private companies to take technology developed at Branch establishments and put it into commercial practice. The program was intended to assume some of the financial risk of developing new technology to the commercial level, as a means of encouraging companies to expand on new developments. This program was funded at $400 000 annually for the first 4 years. In 1982, the program was amalgamated with a similar one at the National Research Council of Canada, and the Branch is now a participant, along with 10 other federal departments, in the program for industry and laboratory projects (PILP). Current funding for this program stands at $17 million a year. About 15 projects related to agriculture and food are being funded. The PILP program has now been expanded to permit support for the commercialization of new technology from university laboratories, as well as from federal research establishments.

In 1983, an adjunct to the PILP program was established to promote the adoption by industry of new developments in the field of biotechnology. The new biotechnology development program has funding of $7 million a year, and eight projects related to agriculture and food are currently being supported.

Operating and extramural grants

For the past 20 years, the Research Branch has been assisting research at universities by providing operating grants and extramural research grants. University operating grants are funded at about $1 million annually. Individual grants are usually established at the level required to support a graduate student in a research program. Applications are submitted by faculty members of the universities, and grants are awarded on a competitive basis.

Extramural research grants to universities are intended to take advantage of specialized knowledge and facilities at universities, which for various reasons were not available at Branch establishments. The fund in support of these grants was $327 000 in 1984.

Publications and technology transfer

Together with the numerous research accomplishments highlighted in earlier sections of this publication, the Research Branch had a successful year in the transfer of technology to the scientific community and to the agri-food sector. In 1984, the research establishments of the Branch published 1017 scientific and 613 miscellaneous technical papers. The scientific papers appeared in national and international scientific journals. The miscellaneous technical papers were in various forms and formats including Canadex, Canada Agriculture, numbered departmental publications (35), Branch technical publications (20), trade journals, proceedings, the Pesticide Research Report, and the Research Branch Report, among others.

In addition to scientific and technical publications, comprehensive histories of Branch establishments were published for the research stations at Charlottetown, Delhi, and Lacombe, and short histories in folder format were prepared for the stations at Harrow and Kamloops.

In cooperation with the Food Production and Inspection Branch and the Marketing and Economics Branch, a compendium of licensed potato varieties was published in two parts, 31 descriptions in part one and 15 in part two. This publication was printed in nine languages.

coslovaquie, Égypte, Hongrie, Indonésie, Israël, Côte d'Ivoire, Madagascar, Mexique, Pérou, Portugal et Sénégal. Quinze chercheurs de la Direction générale furent accueillis en France, trois en République fédérale allemande et un autre au Royaume-Uni, tous dans le cadre de programmes d'échanges scientifiques.

Par l'entremise du Fond pour les semences catalytiques, le ministère des Affaires extérieures a aussi parrainé plusieurs séjours à l'étranger de chercheurs de la Direction générale afin d'acquérir une technologie intéressante sur le plan économique pour l'agriculture canadienne.

La Direction générale a délégué des hauts fonctionnaires à la conférence des directeurs de recherches agricoles, tenue sous l'égide de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) tous les 5 ans à Paris. Les participants échangent des avis sur leurs intérêts communs et les progrès au niveau de la gestion des programmes de recherches nationaux. La conférence a aussi évalué le programme de recherches conjoint de l'OCDE sur la production et la conservation des aliments, auquel participe la Direction générale de la recherche.

Au cours de l'année, les chercheurs de la Direction générale ont fourni leur appui technique sur demande aux missions de commercialisation et des questions connexes au Costa Rica (pommes de terre d'ensemencement), en République populaire de Chine (bétail), en Colombie et au Mexique (ateliers sur les produits laitiers), au Sénégal (semis de légumineuses), en Malaisie, en Indonésie et à Singapour (évaluation des aliments de bétail), et en URSS (céréales).

Du personnel a été prêté et de l'information technique et scientifique a été communiquée dans le cadre de programmes d'aide au développement outre-mer parrainés par des agences et des organismes tels l'Agence canadienne de développement international (ACDI), le Centre de recherches sur le développement international et l'Organisation pour l'alimentation et l'agriculture des Nations Unies (FAO).

En 1984, la Direction générale avait la responsabilité de gérer et de doter en personnel cinq programmes de développement à long terme de l'ACDI au Brésil, en Inde, au Népal, au Pakistan et en Tanzanie. Le programme de recherches sur les terres arides en Inde est engagé dans sa phase finale et devrait être terminé en 1986. La Direction générale s'est préparée au cours de l'année à lancer les autres projets de recherches en agronomie, en conservation des sols, en travaux de génie et en agro-météorologie. Par ces études, le Canada donne suite à son engagement d'aider 23 centres de recherches indiens à développer de meilleures méthodes de production alimentaire sur les sols arides de cet État.

Le programme de recherches sur le blé au Brésil est parvenu à terme cette année. En partie à cause des succès obtenus, l'ACDI a demandé à la Direction générale de s'occuper de cinq autres projets au Brésil. L'un d'eux est le prolongement des succès déjà obtenus avec le blé. Les quatre autres ont pour objectif de régler certains problèmes de labourage et de gestion du sol, et d'autres problèmes avec le cheptel laitier, l'agroclimatologie et l'information sur les sols.

En outre, à la demande de l'ACDI, les chercheurs de la Direction générale se sont rendus au cours de l'année en Algérie, au Bangladesh, au Brésil, en République populaire de Chine, en Égypte, en Inde, en Malaisie, au Népal, au Pakistan et au Buvkina Faso (Haute-Volta) à titre de conseillers sur la planification et l'exécution de différents programmes d'aide au développement.

La Direction générale continue de seconder activement et à longueur d'année différents organismes internationaux comme l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), les Bureaux agricoles du Commonwealth, le Groupe consultatif sur la recherche agricole internationale, l'Agence internationale de l'énergie atomique et le Centre international d'amélioration du maïs et du blé.

Recherches à contrat et transfert de technologie

La recherche à contrat accordée à des organismes non gouvernementaux, principalement des entreprises et des universités, a commencé en 1973 à la Direction générale de la recherche avec un programme de 90 000 $ sur la mécanisation agricole. Les années suivantes, la Direction générale a élargi ce programme de façon à couvrir toutes les recherches ayant trait à l'agriculture ou aux aliments. En réalité, bien que les accords en vigueur couvrent une brochette de sujets, les efforts ont été concentrés dans certains domaines où les ressources de la Direction générale sont considérées les plus inadéquates par rapport aux besoins. Ce sont : l'utilisation de l'énergie pour la production alimentaire, la mécanisation agricole, la transformation alimentaire et la consommation réduite de pesticides chimiques. Environ 10 millions de dollars ont été consacrés à la recherche à contrat en 1984.

En 1978, la Direction générale instaurait un programme d'aide aux entreprises pour trouver des applications concrètes aux technologies mises au point dans nos laboratoires. Le programme avait été créé pour partager avec ces entreprises le risque financier lié au développement commercial des nouvelles technologies. Une somme de 400 000 $ a été attribuée à chacune des 4 premières années. En 1982, ce programme et un semblable du Conseil national de recherches du Canada ont été fondus; à l'heure actuelle, la Direction générale participe avec dix autres ministères du gouvernement fédéral au programme pour les recherches industrielles et de laboratoire. Dix-sept millions de dollars sont versés par année à ce programme. Une quinzaine de projets rattachés à l'agriculture et à l'alimentation sont subventionnés de la sorte. Le programme s'applique maintenant à la commercialisation des nouvelles techniques mises au point dans les universités en plus des établissements fédéraux.

En 1983, un nouveau volet a été ajouté au programme pour accélérer l'adoption par l'industrie des derniers progrès de la biotechnologie. Sept millions de dollars par année sont consentis pour ce nouveau volet et huit projets reliés à l'agriculture et à l'alimentation sont actuellement financés de la sorte.

Subventions externes et de fonctionnement

Au cours des 20 dernières années, la Direction générale de la recherche a encouragé la recherche universitaire par l'attribution de subventions de fonctionnement et de subventions de recherches externes. Environ un million de dollars sont engagés annuellement dans les subventions de fonctionnement au niveau universitaire. Les subventions attribuées à des particuliers sont habituellement fixées au niveau requis pour subvenir aux besoins d'un étudiant diplômé engagé dans un projet de recherches. Les demandes sont présentées par des membres du corps professoral des universités et les subventions sont accordées au mérite.

Les subventions de recherches externes sont consenties aux universités afin de tirer profit des connaissances spécialisées et de profiter des installations universitaires qui, pour une raison ou pour une autre, ne sont pas disponibles dans nos propres établissements. Trois cent vingt-sept mille dollars ont été engagés de la sorte en 1984.

Publications et transfert de technologie

Avec les nombreuses réalisations précitées en recherche, la Direction générale de la recherche a connu une bonne année sur le plan du transfert technologique à la communauté scientifique et au

In addition to publications, technology was transferred to the scientific community and to the agriculture and food industry through scientific conferences, provincial extension services, committees, seminars, and direct contact with scientists, agri-business, food processors, and farmers.

Construction

In 1984, the physical plant operated by the Research Branch was expanded and improved. New construction and much needed improvements to research facilities allowed the Branch to maintain or improve the environment for research.

Construction of research laboratory, office, and service buildings amounted to $37.8 million. Construction of a new research laboratory in Saint-Jean was completed and the building was occupied on 1 September. Construction of a new food research center in Saint-Hyacinthe was started in early 1984. This facility will be completed in 1986. Construction of a new laboratory and office buildings was started also in Lennoxville and Summerland.

In addition to these buildings, a new meat-processing laboratory was completed at Lacombe. A number of other research or service buildings were constructed or renovated to improve their usefulness in support of a modern research program.

New research facilities are in various stages of planning for a number of other locations including Ottawa, London, Fredericton, Agassiz, Lethbridge, Morden, Beaverlodge, Kentville, and Brandon.

Research planning

Research planning is a continuing activity in the Research Branch. All major research programs are reviewed at the national level on a 5-year cycle. National reviews are supplemented by reviews within the regions.

During 1984, national reviews were completed for the beef research program and for the program on international assistance to developing countries. Reviews were also completed in regions, including the land resources program in the Atlantic region.

secteur agro-alimentaire. En 1984, les établissements de recherches de la Direction générale ont publié 1 017 rapports scientifiques et 613 différents rapports techniques. Des documents scientifiques ont paru dans des publications à tirage national et international. Les différents rapports techniques ont paru sous diverses formes et dans différentes revues, notamment Canadex, Canada Agriculture, des publications ministérielles numérotées (35), des publications techniques de la Direction générale (20), des revues spécialisées, des comptes rendus, le rapport de recherches sur les pesticides et le rapport de la Direction générale de la recherche.

La Direction générale a de plus fait paraître l'historique détaillé des stations de recherches de Charlottetown, de Delhi et de Lacombe, de même qu'un historique sommaire des stations d'Harrow et de Kamloops, sous forme de dépliants.

Avec la collaboration de la Direction générale de la production et de l'inspection des aliments et celle de la commercialisation et de l'économie, la Direction générale a fait paraître un compendium des variétés homologuées de pommes de terre, en deux parties, la première contenant 31 descriptions, la deuxième, 15. Cet ouvrage a paru en neuf langues.

En plus des publications, de l'information scientifique a été communiquée à la communauté scientifique et à l'industrie agro-alimentaire lors de conférences scientifiques, de colloques et de réunions de comité, par les services de diffusion provinciaux et par des contacts directs avec des chercheurs, des représentants du secteur agro-alimentaire des entreprises de formation alimentaire et des producteurs.

Construction

En 1984, l'espace physique occupé par la Direction générale de la recherche a été agrandi et rénové. Des ajouts et des rénovations devenues urgentes ont été apportés aux installations de recherches, ce qui a permis à la Direction générale d'améliorer les conditions de travail.

La construction de laboratoires de recherches, des bureaux et d'ateliers d'entretien a coûté 37 millions de dollars. La construction d'un nouveau laboratoire à Saint-Jean est maintenant terminée et les locaux sont occupés depuis le 1er septembre. La construction d'un nouveau centre de recherches alimentaires à Saint-Hyacinthe a été entreprise au début de 1984 et devrait être terminée en 1986. La construction d'un nouveau laboratoire et d'édifices à bureaux a été commencée à Lennoxville et à Summerland.

En outre, la construction d'un nouveau laboratoire de transformation de la viande a été terminée à Lacombe. D'autres bâtiments de recherches et d'entretien ont été construits ou rénovés afin de moderniser la recherche.

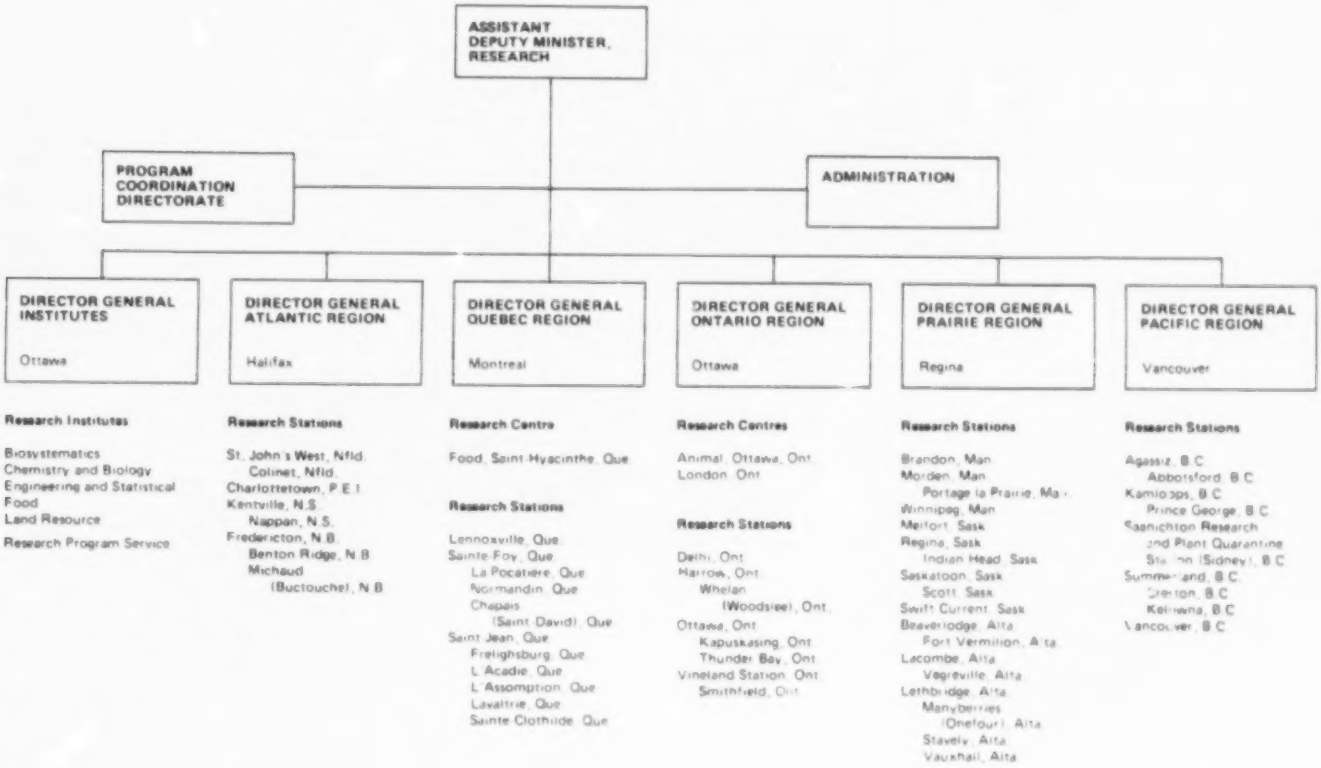
De nouvelles installations de recherches à différents stades de préparation sont prévues à Ottawa, London, Fredericton, Agassiz, Lethbridge, Morden, Beaverlodge, Kentville et Brandon.

Planification de la recherche

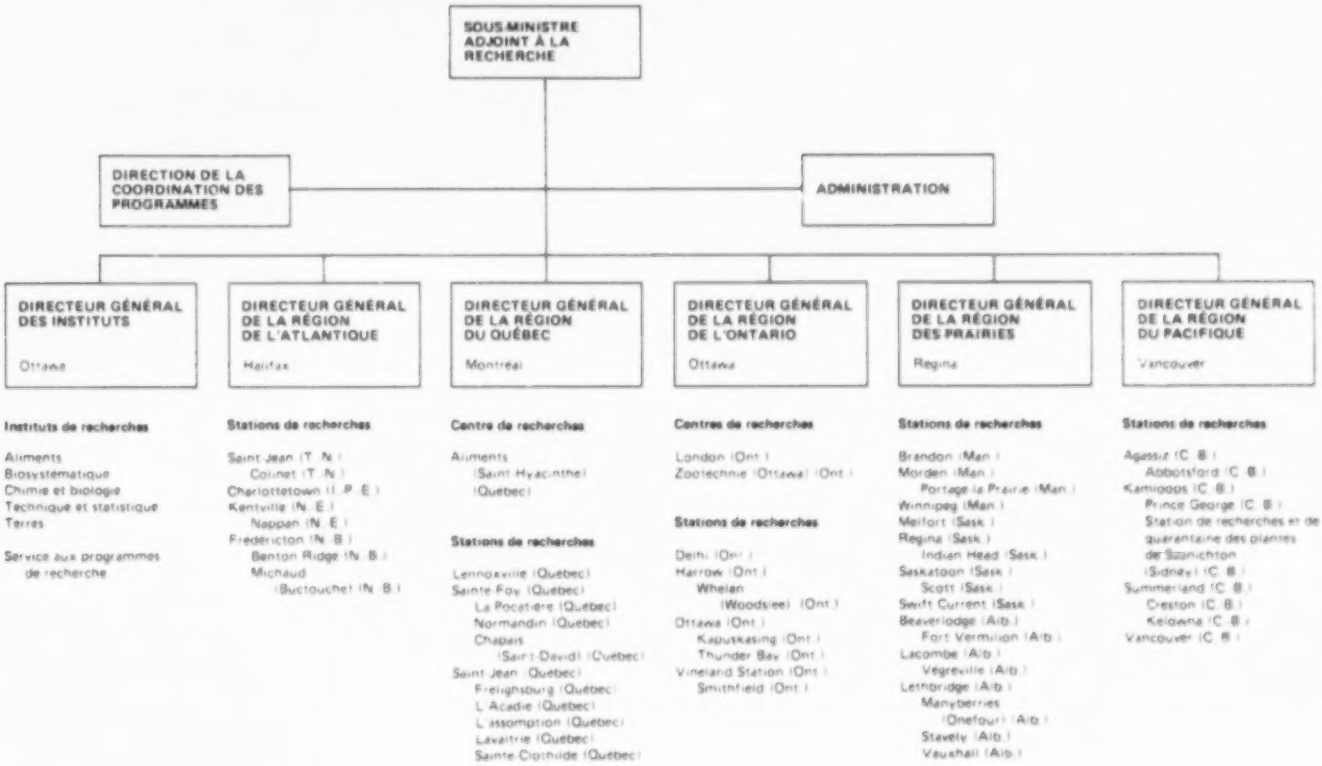
La planification de la recherche est un processus continu. Tous les grands programmes de recherches sont soumis à une révision nationale tous les 5 ans. Les revues nationales sont complétées par des revues régionales.

En 1984, la revue nationale du programme de recherches sur le bœuf et du programme sur l'aide internationale aux pays en voie de développement a été complétée. Quelques revues régionales ont aussi été complétées, notamment celles du programme des terres dans la région Atlantique.

Appendix I
Organization of the Research Branch

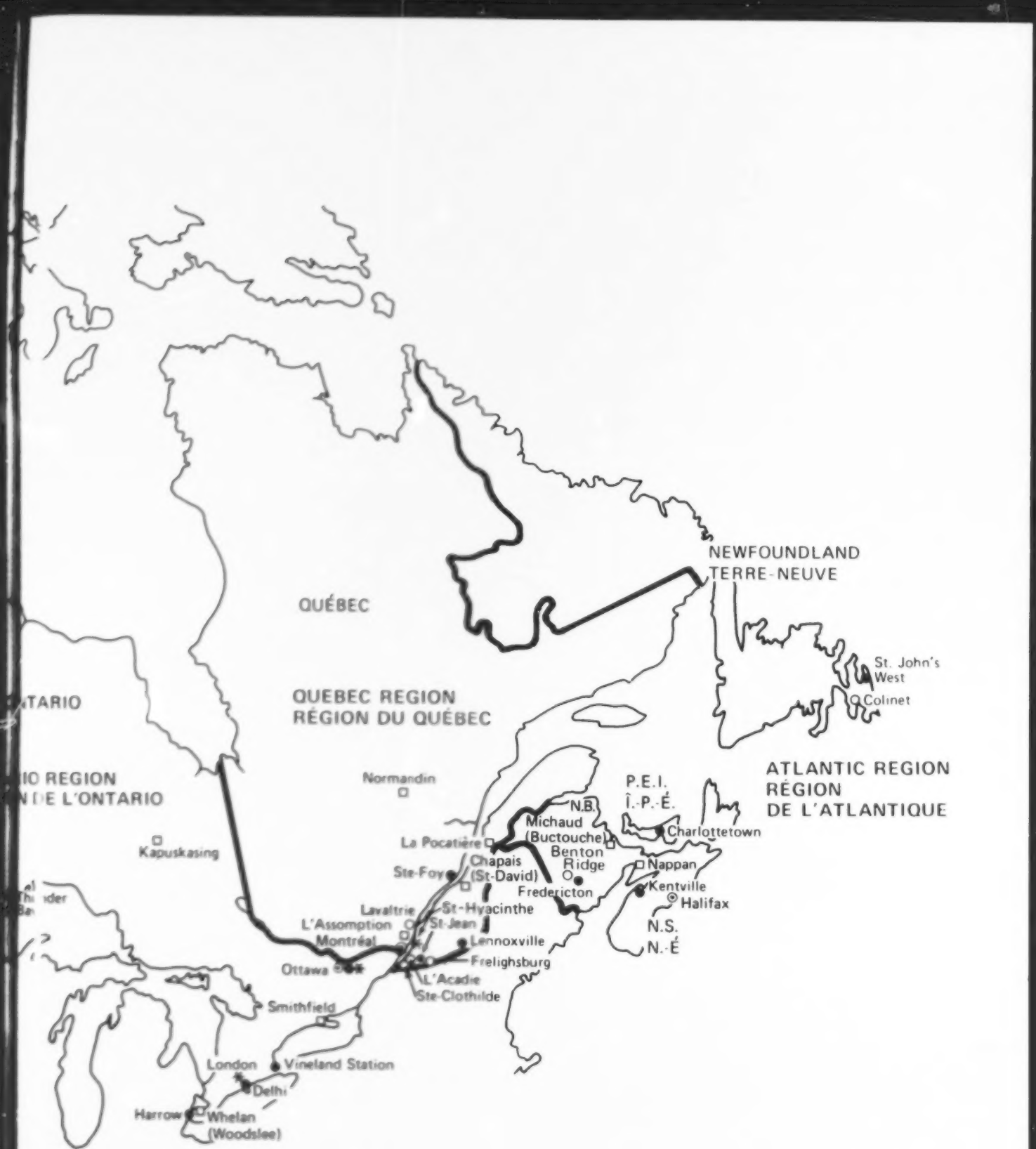


Annexe I
Structure de la Direction générale de la recherche



Appendix II
Map of research establishments

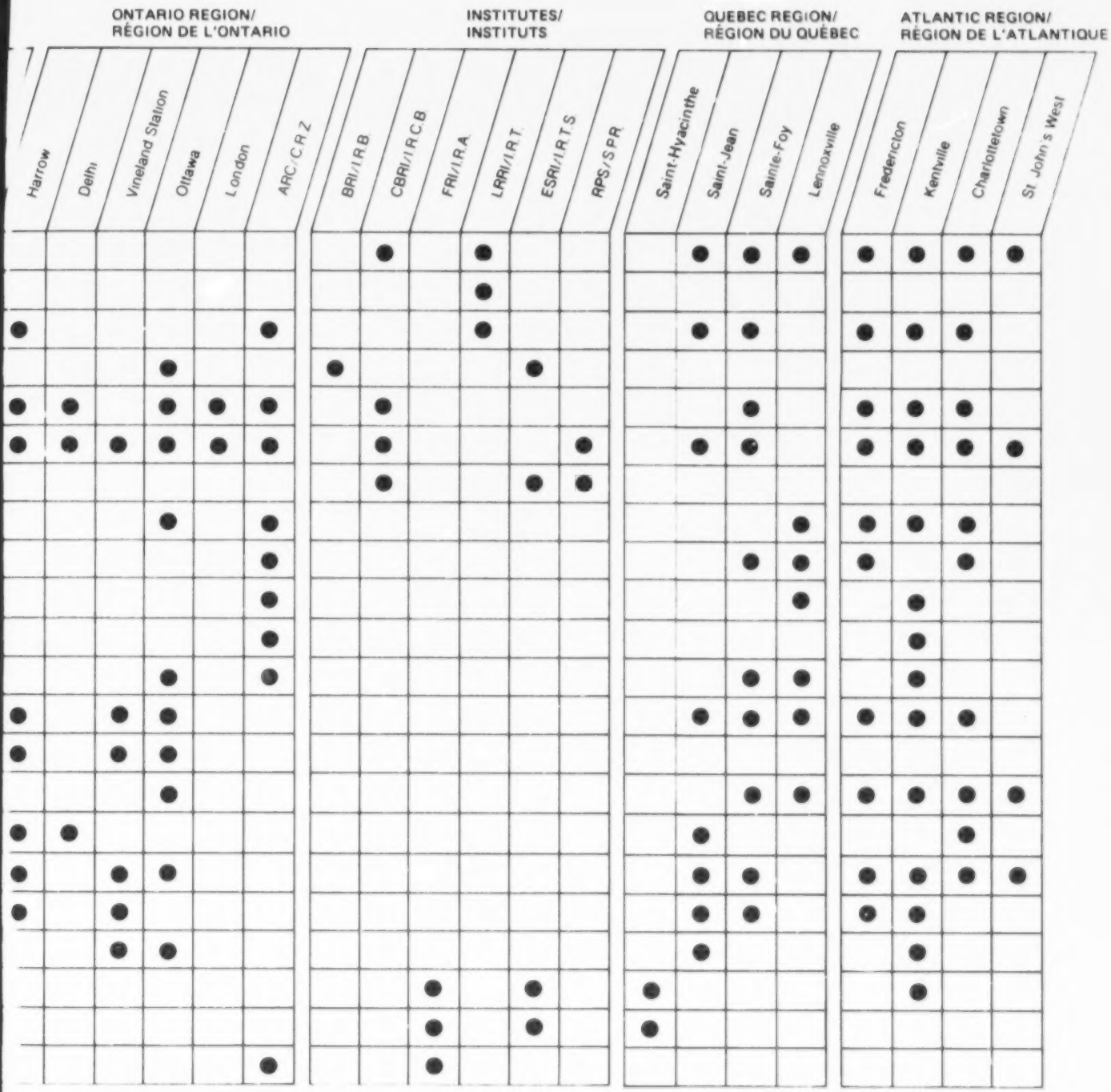
Annexe II
Carte des établissements de recherche


NEWFOUNDLAND
TERRE-NEUVE
QUÉBEC
St. John's West
Colinet
QUEBEC REGION
RÉGION DU QUÉBEC
ATLANTIC REGION
RÉGION
DE L'ATLANTIQUE
Normandin
P.E.I.
Î.-P.-É.
N.B.
Michaud
(Buctouche)
Charlottetown
La Pocatière
Benton
Ridge
Nappan
Chapais
(St-David)
Ste-Foy
Fredericton
Kentville
Halifax
Kapuskasing
Lavaltrie
St-Hyacinthe
L'Assomption
St-Jean
N.S.
N.-É
Montréal
Lennoxville
Ottawa
Frelighsburg
L'Acadie
Ste-Clothilde
Smithfield
London
Vineland Station
Delhi
Harrow
Whelan
(Woodslee)

Appendix III
Activities of research establishments

Annexe III
Activités des établissements de la Direction générale de la recherche

OBJECTIVES/OBJECTIFS	PACIFIC REGION/ RÉGION DU PACIFIQUE					PRAIRIE REGION/ RÉGION DES PRAIRIES									
	Saanichton (Sidney)	Vancouver	Agassiz	Summerland	Kamloops	Lethbridge	Lacombe	Beaverlodge	Swift Current	Saskatoon	Regina	Melfort	Brandon	Morden	
Land/Terres			●			●	●	●	●	●			●		
Water and climate/Eau et climat						●		●	●						
Energy and engineering/Énergie et génie				●		●			●	●		●			
Biological resources/Ressources biologiques															
Biotechnology/Biotechnologie	●	●			●	●		●		●					●
Protection/Protection	●	●	●	●		●	●	●		●	●	●	●	●	●
Scientific support services/ Services de soutien scientifique															
Beef/Boeuf			●		●	●	●		●			●	●		
Dairy/Vache latière			●			●									
Swine/Porc							●						●		
Poultry/Volaille			●						●						
Other animals/Autres animaux			●			●		●							
Cereals/Céréales			●			●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Oilseeds/Oléagineux								●		●		●	●	●	
Forages/Fourragères		●	●		●	●	●	●	●	●		●	●		
Field crops/Grandes cultures						●					●	●		●	
Vegetables/Légumes	●	●	●			●								●	
Tree fruits and berries/ Arbres fruitiers et petits fruits	●	●	●	●				●						●	
Ornamentals/Plantes ornementales	●		●											●	
Crop processing and products/ Transformation des végétaux et produits végétaux			●	●										●	●
Animal processing and products/ Transformation des animaux et produits animaux							●								
Food safety and nutrition/ Innocuité des aliments et nutrition															●


ONTARIO REGION/
RÉGION DE L'ONTARIO
INSTITUTES/
INSTITUTS
QUEBEC REGION/
RÉGION DU QUÉBEC
ATLANTIC REGION/
RÉGION DE L'ATLANTIQUE
Harrow
Delhi
Vineland Station
Ottawa
London
ARC/C.R.Z
BRI/I.R.B.
CBRI/I.R.C.B.
FRI/I.R.A.
LRRI/I.R.T.
ESRI/I.R.T.S.
RPS/S.P.R.
Saint-Hyacinthe
Saint-Jean
Sainte-Foy
Lennoxville
Fredericton
Kentville
Charlottetown
St. John's West

Appendix IV
Program structure of the Research Branch

Departmental objective
Agriculture Canada's objective is to promote the growth, stability, and competitiveness of the agri-food sector, by making available policies, programs, and services that are most appropriately provided by the federal government, so that the sector makes its maximum contribution to the economy.

Branch objective
The Research Branch's objective for the scientific research and development planning element is to maintain and improve the productivity of the agri-food sector through developing and transferring new knowledge and technology.

Objectives for branch planning sub-elements and sub-sub-elements

MANAGEMENT AND ADMINISTRATION
To provide the managerial, financial, personnel, and administrative services required for efficient management of the Research Branch.

1. Planning and program management
To provide Branch planning and program coordination in support of senior Branch management.

2. Administrative services
To provide support for Branch management in financial, personnel, and any other administrative areas necessary for the efficient functioning of the Branch.

RESOURCE AND SUPPORT RESEARCH
To produce scientific and technical information and to develop technology that will assist the agri-food sector in managing and conserving the natural resources necessary for agricultural production, while increasing the level and efficiency of production, and that will assist other researchers in developing applied technology.

1. Land
To provide accurate information about the quantity, quality, and location of Canada's land resource and to better understand the properties of soils, which affect agricultural productivity.

2. Water and climate
To improve water management on Canadian soils in order to increase productivity and to monitor and preserve environmental quality within the constraints imposed by Canada's northern climate.

3. Energy and engineering
To develop and adapt engineering technology that will optimize energy utilization and efficiency of production, storage, processing, and distribution of agricultural products.

4. Biological resources
To provide accurate information about the quantity, quality, and location of Canada's biological resources (including vascular plants, insects, arachnids, nematodes, fungi, and bacteria) and to provide identification services that can be used as required to ensure agricultural productivity.

5. Biotechnology
To assess, develop, and utilize technology in support of basic and applied agricultural research.

6. Protection
To provide new, general, and basic research information on the protection of animals and crops from diseases, insects, and weeds.

7. Scientific support services
To provide for all scientific researchers the analytical, statistical, graphic arts, publishing, and other general support services necessary to maintain the quality and quantity of output of research findings.

ANIMAL PRODUCTIVITY RESEARCH
To produce scientific and technical information and develop new technology that will assist the primary producer in increasing the quality and efficiency of the production of animals.

1. Beef
To improve the efficiency of beef production and the quality of beef products in support of regional, domestic, and export market development.

2. Dairy
To improve the efficiency of milk production for domestic and export market development.

3. Swine
To improve the efficiency of pork production and the quality of pork and pork products in support of domestic and export market development.

4. Poultry
To improve the efficiency of production of eggs and poultry meat and the quality of poultry products in support of domestic and export market development.

5. Other animals
To increase the efficiency of production and quality of products from sheep, honey bees, fur bearers, and any other animals deemed to be of agricultural importance in support of domestic and export market development.

CROP PRODUCTIVITY RESEARCH
To produce scientific and technical information and develop new technology that will assist the primary producer in increasing the quality and efficiency of the production of crops.

1. Cereals
To increase the production efficiency, quality, and protection of cereal crops for domestic and export markets.

2. Oilseeds
To increase the efficiency of production adaptability and the quality of oilseed crops and their products for domestic and export markets.

3. Forages
To increase the efficiency of production adaptability and the quality of domestic forage crops in support of livestock production.

4. Field crops
To increase the production efficiency, quality, and protection of field crops such as tobacco, field peas, buckwheat, and field beans.

5. Vegetables
To increase the efficiency of production, protection, adaptability, and quality of vegetables for the domestic market, and of potatoes and seed potatoes for export.

6. Tree fruits and berries
To increase the efficiency of production, protection, adaptability, and quality of tree fruits and berries for domestic and export markets.

7. Ornamentals
To develop, test, and release high-quality ornamental plants that are adapted to Canada's climatic regions.

FOOD RESEARCH
To produce scientific and technical information and develop technology that will assist the agri-food processing sector in increasing the efficiency and effectiveness of crop and animal commodity processing, while ensuring the safety and nutritional value of food.

1. Crop processing and products
To develop new food processing technology, to improve the efficiency and effectiveness of food processing systems, and to develop and characterize new products and ingredients in the processing of agricultural crops.

2. Livestock processing and products
To develop new food processing technology, to improve the efficiency and effectiveness of food processing systems, and to develop and characterize new products and ingredients in the processing of animal and dairy products.

3. Food safety and nutrition
To increase consumer safety from anti-nutritional and toxic constituents in food and to improve the nutritive value of processed foods, where practical, in order to improve the level of nutrition of Canadians.

Annexe IV
Structure du programme de la Direction générale de la recherche

Objectif du Ministère
L'objectif d'Agriculture Canada est de promouvoir la croissance, la stabilité et la compétitivité du secteur agro-alimentaire au moyen de politiques, de programmes et de services fournis par le gouvernement fédéral, de façon à assurer une contribution optimale de ce secteur à l'économie.

Objectifs de la Direction générale
L'élément planification de la recherche scientifique et du développement de la Direction générale de la recherche a pour objectif d'améliorer la productivité du secteur agro-alimentaire en mettant au point de nouvelles technologies et en diffusant les connaissances.

Objectifs des sous-divisions et des sub-sous-divisions de la planification

GESTION ET ADMINISTRATION
Fournir les services nécessaires dans les domaines de la gestion, des finances, du personnel et de l'administration afin d'assurer une gestion efficace de la Direction générale.

1. Planification et gestion des programmes
Assurer la planification et la coordination des programmes de la Direction générale afin d'appuyer la haute direction.

2. Services administratifs
Fournir un soutien à la haute direction dans les domaines des finances, du personnel et tout autre domaine administratif pour assurer le bon fonctionnement de la Direction générale.

RECHERCHE SUR LES RESSOURCES ET RECHERCHE DE SOUTIEN
Mettre à la disposition du secteur agro-alimentaire des informations scientifiques et techniques et développer des technologies qui l'aideront à gérer et à conserver les ressources naturelles nécessaires à la production agricole tout en augmentant leur utilisation efficace : ces mêmes ressources doivent aider les chercheurs à mettre au point des technologies appliquées.

1. Terres
Fournir des informations précises sur la quantité, la qualité et l'emplacement des ressources en terres du Canada et parvenir à une meilleure connaissance des propriétés des sols, qui influent sur la productivité agricole.

2. Eau et climat
Améliorer la gestion des eaux sur les sols du Canada afin d'accroître la productivité et de contrôler et conserver la qualité de l'environnement, en tenant compte des contraintes imposées par le climat boréal du Canada.

3. Énergie et recherches techniques
Développer et adapter une technologie pour optimiser le rendement énergétique et l'efficacité de la production, de l'entreposage, de la transformation et de la distribution des produits agricoles.

4. Ressources biologiques
Fournir des informations précises sur la quantité, la qualité et l'emplacement des ressources biologiques du Canada (notamment les plantes vasculaires, insectes, arachnides, nématodes, champignons et bactéries) et offrir des services d'identification sur demande pour assurer la productivité agricole.

5. Biotechnologie
Évaluer, développer et appliquer une technologie à l'appui de la recherche agricole fondamentale et appliquée.

6. Protection des cultures
Fournir les résultats généraux et fondamentaux sur la recherche dans le domaine de la protection des animaux et des récoltes contre les maladies, les insectes et les mauvaises herbes.

7. Services de soutien scientifique
Fournir à tous les chercheurs des statistiques, des données analytiques, des publications et tout autre service d'aide générale nécessaire au maintien de la qualité de la recherche et à l'accroissement de la productivité des opérations.

RECHERCHE SUR LA PRODUCTION ANIMALE
Produire l'information scientifique et technique et élaborer une nouvelle technologie afin d'aider le producteur primaire à augmenter la qualité et l'efficacité de la production animale.

1. Bovins de boucherie
Accroître l'efficacité de la production bovine et améliorer la qualité des produits pour les marchés régional, national et d'exportation.

2. Bovins laitiers
Accroître l'efficacité de la production laitière pour les marchés national et d'exportation.

3. Porcs
Accroître l'efficacité de la production porcine et améliorer la qualité des produits pour les marchés national et d'exportation.

4. Volaille
Accroître l'efficacité de la production des œufs et de la volaille et améliorer la qualité des produits avicoles pour les marchés national et d'exportation.

5. Autres animaux
Accroître l'efficacité de la production ovine, apicole, d'animaux à fourrure et de tous les autres animaux jugés importants pour l'agriculture, pour les marchés national et d'exportation.

RECHERCHE SUR LES PRODUCTIONS VÉGÉTALES
Produire de l'information scientifique et technique et élaborer une nouvelle technologie afin d'aider le producteur primaire à augmenter la qualité et l'efficacité de la production animale.

1. Céréales
Accroître l'efficacité, la qualité et la protection des cultures céréalières pour les marchés national et d'exportation.

2. Oléagineux
Accroître l'adaptabilité sur le plan productif et la qualité des oléagineux et de leurs produits pour les marchés national et d'exportation.

3. Fourrages
Accroître l'adaptabilité sur le plan productif et la qualité des cultures fourragères afin d'aider à la production du bétail au pays.

4. Grandes cultures
Accroître l'efficacité de la production, la qualité et la protection des grandes cultures comme le tabac, le pois sec, le sarrasin et le haricot sec.

5. Légumes
Accroître l'efficacité de la production, la protection, l'adaptabilité et la qualité des légumes pour le marché national, et des pommes de terre et des pommes de semence pour l'exportation.

6. Arbres fruitiers et baies
Accroître l'efficacité de la production, la protection, l'adaptabilité et la qualité des arbres fruitiers et des baies afin d'augmenter les marchés national et d'exportation.

7. Plantes ornementales
Développer, tester et distribuer des plantes ornementales de grande qualité qui soient adaptées aux différentes régions climatiques du Canada.

RECHERCHES ALIMENTAIRES
Fournir l'information scientifique et technique et élaborer la technologie à l'appui du secteur de la transformation agro-alimentaire afin d'accroître l'efficacité et la rentabilité de la transformation des produits animaux et végétaux tout en assurant la salubrité et la valeur nutritive des aliments produits.

1. Transformation alimentaire et aliments
Élaborer de nouvelles techniques de transformation alimentaire des produits végétaux, accroître l'efficacité et la rentabilité du système et élaborer et caractériser de nouveaux produits et ingrédients.

2. Transformation du bétail et produits alimentaires
Élaborer de nouvelles techniques de transformation alimentaire des produits animaux, accroître l'efficacité et la rentabilité du système et élaborer et caractériser de nouveaux produits et ingrédients.

3. Salubrité des aliments et nutrition
Accroître la protection des consommateurs contre les constituants alimentaires toxiques et néfastes sur le plan nutritif et rehausser, si possible, la valeur nutritive des aliments transformés afin d'assurer une meilleure nutrition aux Canadiens.